DOCUMENT RESUME

ED 104 334 IR 001 723

AUTHOR	Scholer, Marc
TITLE	An Introduction to Computerized Instruction (Introduction a l'enseignement automatise).
INSTITUTION	Quebec Dept. of Education, Quebec.
PUB DATE	Jun 71
NOTE	62p.; In French; Lengthy informative abstract in English; Translator - abstractor is Howard P. Alvin
EDRS PRICE	MF-$0.76 HC-$3.32 PLUS POSTAGE
DESCRIPTORS	*Career Education; *Computer Assisted Instruction; Instructional Technology; Man Machine Systems; Manpower Development; Occupational Guidance; *Secondary Grades; *Teachers; Teaching; *Vocational Education; Vocational Education Teachers
IDENTIFIERS	*Canada

ABSTRACT

This document is a translation and commentary on a French language document intended to introduce teachers to the concepts of computerized instruction. It is looked at from the viewpoints of teachers engaged in occupational, vocational, and career education and from the point of view of manpower studies. The potential uses and limitations of computer-assisted instruction are considered in the context of secondary education. No previous knowledge of the subject is assumed. Examples of applications, hardware, and course content are given. (HPA/DGC)

ED104334

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION
THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION POSITION OR POLICY

ministère de l'éducation
du québec

QUEBEC

Introduction to Computerized Instruction

introduction à l'enseignement automatisé

marc scholer

ED104334

THIS DOCUMENT IS SUBMITTED TO THE ERIC SYSTEM

in two sections

SECTION I and
SECTION II.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION
THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION POSITION OR POLICY

SECTION I is a simplified English language abstract and analytical commentary.

TITLE OF ABSTRACT : AN INTRODUCTION TO COMPUTERIZED INSTRUCTION

AUTHOR OF ABSTRACT : Howard P. Alvir, Ph.D.
Room 468 EBA
NYSED
Albany, NY 12234

SECTION II is the original language document.

ORIGINAL TITLE : INTRODUCTION A L'ENSEIGNEMENT AUTOMATISE

AUTHOR OF ORIGINAL : MARC SCHOLER
Service des Moyens Techniques d'Enseignement
Ministere de l'Education du Quebec

ORIGINAL LANGUAGE : French

Both Section I and Section II are to appear on the same microfiche with this page being the first to be photographed, followed by Section I and Section II.

It is presumed that the TITLE INDEX will use the English abstract title followed by the original language title in parentheses; for example, ENGLISH ABSTRACT TITLE (ORIGINAL LANGUAGE TITLE).

It is presumed that the AUTHOR INDEX will use the author of the original followed by the translator-abstractor in parentheses; for example, AUTHOR OF THE ORIGINAL (TRANSLATOR-ABSTRACTOR).

IR 001723

SECTION I

TITLE OF ABSTRACT: An Introduction to Computerized Instruction

AUTHOR OF ABSTRACT: Howard P. Alvir, Ph.D.

This abstract performs two functions:

1. An original document on computerized instruction is summarized.
2. This document is looked at from the viewpoints of teachers engaged in occupational education, vocational education, career education, and manpower studies.

The format of this document will contain three parts:

SUMMARY
CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS
DATA SOURCE

The SUMMARY section summarizes a specific portion of theme of the attached document.

The CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS section relates this document to a specific group of educators. Obviously, there are many other groups of educators who can benefit from this document.

The DATA SOURCE section directs all educators to the pages or themes being summarized and explicated in terms of national significance.

ABSTRACTS

SUMMARY

This document grew out of a number of seminars and the accompanying documentation developed by the author. This document summarizes the ideas and experiences gained by this process of explaining computerized instruction to others.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

Many career education materials are written and finally edited before ever being exposed to pupils. It would be a much better idea to test out the materials before final editing.

DATA SOURCE

Page 9.

SUMMARY

This document faces one difficulty posed by critics of computerized instruction: "How can a machine ever replace the human teacher?"

This question is answered positively by asserting that the machine takes over mechanical and repetitious tasks in order to free the human being for the human activities of thinking, adapting, and valuing.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

Some occupational educators would like to find a machine or piece of equipment that could take over the entire job of a teacher. This search is futile. The more typical pattern in occupational education consists of three parts: teacher, student, and machine. In this case, the machine just happens to be a computer.

DATA SOURCE

Pages11 and 13.

SUMMARY

Since the beginning of history, education has tried to individualize instruction for each individual. After a while, the task of individualizing education according to IQ, gender, age, origin, values, environment, personality, attitudes, joys, sorrows, and socio-economic factors becomes too numerous for one individual human being to calculate.

The above objection would hold even if only one student were given to one teacher. In the presence of group instruction, the task becomes almost unmanageable.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

In order to keep track of a large number of students on a large number of parameters, the occupational instructor can program a computer to account for at least four different areas:

1. Ability
2. Maturity
3. Learning style
4. Learning rhythm

DATA SOURCE

Pages 15 to 17.

SUMMARY

According to the works of Skinner and Pressey, the introduction of programmed instruction involves six steps:

1. Students participate actively
2. Teachers divide the subject matter into small steps
3. Provision is made for both baby steps and giant steps
4. Students immediately verify the results of new learnings
5. Each learner establishes the most convenient individual pace and rhythm
6. Teachers plan the sequence in such a way as to minimize incorrect responses on the part of the learners. In other words, teachers plan to make sure that the learners succeed.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

Whether the career educator uses linear programming or branching programming, the above six steps clearly delineate the roles of teacher and learner. The changeover to computerized instruction in occupational education does not lift the creativity burden off the shoulders of the teacher. The computer is called in to take care of the paperwork ONCE the teacher has designed an effective program.

DATA SOURCE

Pages 15 to 29.

SUMMARY

Some teachers get flustered when introduced to the technicalities of branching and programmed instruction. Such a branching process seems all the more complicated when applied to a computer. The author presents three pages of simple examples that convince the typical teacher of how easy such a program is to develop once proper objectives have been chosen.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

Occupational teachers tend to ask for examples every time a new theory or approach is presented. The same is true of many other types of teachers ready to try out a new idea.

DATA SOURCE

Pages 33, 35, and 37.

SUMMARY

There are a number of difficulties that surround every attempt to plan computerized instruction. For example, each different computer has its own unique language. Even the common language that can be spoken on several machines has a distinct dialect for every manufacturer.

Teachers exposed to this type of confusion can understand the people at the tower of Babel. Rather than get bogged down in technicalities, the author shows a number of illustrations that clearly pinpoint what has to be done in order to provide computerized instruction.

Since most teachers cannot conceive of computerized instruction as anything more than the computer that talks or writes at students, the author provides several different types of computerized instruction:

1. The computer carries on a dialogue with the learner in order to develop a question and answer approach to learning.

2. After instruction from the human teacher or after private reading, the computer provides exercises and practice that immediately give feedback of results to the learner without the intervention of a human teacher.

3. Profiting from the human tendency to enjoy games and simulations, the computer introduces the learner to the practice of learning by pretending. In this way, everyday situations are turned to educational advantage.

4. In order to get over to the learner some highly complex process, the computer takes care of the minute calculations in order to free the mind of the learner for deeper implications and generalizations.

5. Since most lea ners like to prepare for a testing situation, the computer provides a rapid overview diagnos ic examination. After this, the items on which the learner had difficulty are practiced in more detail until the learner has polished up areas that need attention. As a finale, a repeat of the overall examination is given in order to make sure that the learner is up to expectations.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

It is a truism in career and occupational education that learners have acquired many pieces of valuable information outside the classroom and before exposure to instructors. An overall diagnostic examination that pinpoints what the learner already knows allows more time to stress what the learner still needs to know.

Not all of the hands-on performance testing required in occupational education can be computerized. However, the burden of the paper and pencil testing can be taken from the time schedule of the teacher and placed on the computer. This frees the human vocational teacher to give more attention to the necessary hands-on mastery.

DATA SOURCE

Pages 39 to 53.

SUMMARY

In the final two sections of the document, the author offers speculations made in 1971 about the future of computerized instruction. Such speculation center on the cost factor, the hardware factor, and the software factor. In English, it is usual to include also the programming known as "courseware," which includes "course content."

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

A very important component in any computerized instruction is the necessity of stressing the immune reaction. The immune reaction means that individual teachers will reject any innovations perceived as threatening.

The obvious remedy here is not to avoid innovations, but to avoid any appearance of threats to individual teachers.

Such things as spreading information about computerized instruction through bulletins, letters, and other personal means can be perceived as threats. If a teacher is never approached on a one-to-one level and offered a common sense solution to the area of computerized instruction, this teacher cannot be expected to support an idea that threatens to lead to teacher unemployment.

Many teachers have friends that have been replaced and rendered unemployed by the computer. These people have obviously acquired many immune reactions to the computer.

The job of the educator truly interested in this form of innovation is to make sure that the computer is stressed as another tool to be used by a teacher and regulated by a teacher.

The use of the computer as a tool will free the teacher to work more exclusively on unique human applications such as creativity and imagination that cannot be computerized. In this way, the computer is seen as a slave or servant of the teacher rather than as a threat.

DATA SOURCE

Pages 55 to 59.

SUMMARY

The author presents three pages of bibliographic references that cover the years 1960 to 1971. It is unfortunate that the excellent work of Bernard Planque is not cited.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

No bibliography can satisfy all readers. In order to do the closest job possible to satisfying everyone, it is sometimes worthwhile to give an annotated bibliography. An annotation doesn't have to more than two or three sentences, but this taste of what is included in the reference cited is a good way to whet the curiosity of the reader.

DATA SOURCE

Pages 61 to 63.

OVERALL SUMMARY

It is obvious in 1975 that this collection of ideas on computerized instruction was written in 1971. Some of the technical considerations are now outdated.

It must be emphasized over and over again that the value of this book lies in the fact that a well informed expert took the best information available at the time and presented it to a group of uninformed listeners. This exposure of two different viewpoints lead to the book.

As such, the strength of this book is in its ability to convey to the typical teacher the information wanted by this individual. In addition, the difficulties encountered in explaining this conception to an uninitiated group have been used in order to simplify the text and sequence for rapid comprehension by even the most uninformed reader.

The author has resisted the temptation to over simplify to the point of being insignificant. This book is significant since it stresses conceptualizations that are valid even though technology changes.

CAREER AND OCCUPATIONAL IMPLICATIONS

Even though occupational education must stress technology, the underlying unchangeable generalizations are important.

DATA SOURCE

The Francophone Editor of ERIC.

introduction à l'enseignement automatisé

marc scholer

graphiste: marie-chantal chaurette

service des moyens techniques d'enseignement
ministère de l'éducation du québec
montréal, juin 1971

/3/14

une copie du présent cahier peut être obtenue en s'adressant à:

SERVICE DES MOYENS TECHNIQUES D'ENSEIGNEMENT
MINISTERE DE L'EDUCATION DU QUEBEC
255 est, boul. Crémazie, Montréal 354 - Québec

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION A L'ENSEIGNEMENT AUTOMATISE

	Page
AVANT-PROPOS	9
PREFACE	11
INTRODUCTION	13
1.0. : INDIVIDUALISATION DE L'ENSEIGNEMENT	15
1.1. – Introduction	
1.2. – La réalité	
1.2.1. – Le "modèle" général de l'enseignement	
1.2.2. – L'enseignement de groupe	
1.3. – La solution: individualisation de l'enseignement	
1.3.1. – Les principes à la base de l'enseignement individualisé	
2.0. : L'ENSEIGNEMENT PROGRAMME	19
2.1. – Les pionniers	
2.2. – Les principes à la base de l'enseignement programmé	
2.2.1. – Définition	
2.2.2. – Les bases	
2.2.3. – Les objectifs éducatifs	
2.3. – Les formats de présentation	
2.3.1. – Les programmes extrinsèques	
2.3.2. – Les programmes intrinsèques	
2.3.3. – Les machines à enseigner	
3.0. : L'ENSEIGNEMENT PAR ORDINATEUR	35
3.1. – La machine	
3.1.1. – Définition	
3.1.2. – Un ordinateur simple	
3.1.3. – Opérations effectuées par un ordinateur utilisé à des fins d'enseignement	
3.1.4. – Les langages d'ordinateur	
3.1.5. – Un mode de pensée	
3.2. – Les applications de l'ordinateur à l'éducation	
3.3. – Enseignement par ordinateur	
3.3.1. – L'ordinateur: une technique ou un médium ?	
3.3.2. – Les techniques d'utilisation	
3.3.2.1. – Enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.)	
3.3.2.2. – Enseignement géré par ordinateur (E.G.O.)	
3.3.3. – Les supports auxiliaires	
3.4. – Les influences de l'E.A.O. et de l'E.G.O. sur le système scolaire	
4.0. : RECHERCHE ET APPLICATION AU QUEBEC	55
5.0. : CONCLUSION : ET L'AVENIR ... ?	57
5.1. – Des problèmes	
5.2. – Des promesses	
5.3. – En attendant ...	
REFERENCES	61

LISTE DES FIGURES

		Pages
1 :	Etapes importantes dans l'évolution de l'Enseignement programmé	20
2 :	Une classification des comportements selon les objectifs de rendement	23
3 :	Objectifs pour l'enseignement des relations Terre–Soleil	23
4 :	Schémas de programmes linéaires	25
5 :	Exemple d'un enseignement programmé extrinsèque	26
6 :	Schéma de programme intrinsèque	28
7 :	Exemple de présentation "brouillée"	31
8 :	Exemple de programmation en Coursewriter II	45
9 :	Algorithme: Comment réparer une crevaison	47
10 :	Utilisation de l'ordinateur dans le système éducatif	48

avant-propos

Ayant été invité par l'Université de Montréal à diriger quelques séminaires d'introduction à l'enseignement programmé et à l'enseignement par ordinateur, nous avons cru utile de mettre sur papier les principales lignes de notre exposé.

Le texte qui suit est donc loin du traité exhaustif. Plus limité dans ses ambitions, il se voudrait un premier contact avec ce que l'on peut considérer comme étant une des formes les plus évoluées des techniques d'enseignement.

A un moment où nos voisins américains investissent des sommes colossales pour explorer les utilisations de l'ordinateur à des fins d'enseignement, nous ne pouvons rester insensibles et passifs.

Si nous réussissions tant soit peu à sensibiliser et à informer les enseignants, les étudiants, les fonctionnaires, les administrateurs, nous aurions atteint les buts que nous nous étions fixés en écrivant ces lignes.

M.S.

préface

Il y a quelques années déjà nous nous étions prononcé au sujet de l'enseignement automatisé. La lecture des lignes écrites par Marc Scholer nous a fait faire un rapide retour en arrière.

"Nous comprenons parfaitement l'importance de l'enseignement automatisé appelé à jouer un rôle prépondérant dans l'éducation d'aujourd'hui ... " avions-nous dit alors (octobre 1968). Depuis, la situation ne semble pas avoir tellement changé, et nous n'hésitons pas à rappeler nos professions de foi et nos mises en garde.

"Le premier aspect qui nous frappe est le rapport de l'automatisme et de l'enseignement. Il faut reconnaître à l'ordinateur un grand nombre de vertus. Il est même, selon nous, très au-delà de nos prévisions et il jouera un rôle encore plus grand que ce que nous croyons. Cependant, il y a danger que l'automatisme même de la machine joue contre elle. L'enseignement demeurera toujours une relation d'être humain à être humain. C'est l'originalité et le perfectionnement des moyens de communication de la connaissance qui changeront.

On propose aussi l'ordinateur comme un moyen de démocratiser l'enseignement. Nous serions tenté de dire plutôt que l'ordinateur ouvre des avenues nouvelles et passionnantes qui vont permettre à l'homme un accès plus facile à la connaissance, qui vont lui permettre de **penser mieux et davantage.**

On a reproché à l'enseignement, entre autres choses, de faire appel beaucoup trop à la mémoire. Ce serait trop bête de ne voir en la machine qu'une énorme mémoire remplaçant la mémoire de l'homme. Elle est plus que cela et l'homme devra la dominer. Cela supposera des maîtres plus maîtres que jamais et l'aspect pédagogique demeure sous-jacent et tous nos efforts doivent porter en ce sens.

Ces observations sont destinées surtout à susciter la discussion sur l'essentiel : maître, élève, machine. L'harmonie de ce trio, c'est la connaissance véritable, celle qui bâtit la tête bien faite. Et nous avons confiance à la machine pour remplir de mieux en mieux sa part. Préparons alors le maître et l'élève".

En attendant, nous pensons que le petit ouvrage de M. Scholer vient au moment choisi pour initier et sensibiliser les enseignants du Québec.

"Il est indispensable certes de pousser la recherche dans ce domaine mais il faut commencer. Il faut sortir de l'abstrait et agir au plus tôt quand demain se confond avec aujourd'hui ..."

Adelin Bouchard
directeur du Service
des Moyens Techniques
d'Enseignement
juin 1971

introduction

Associer les termes "enseignement" et "automatisation" provoque auprès de la majeure partie du corps enseignant une réaction de sainte horreur. Alors qu'une automatisation toujours plus envahissante semble créer un monde froid et déshumanisant, l'Ecole se veut le rempart, le dernier retranchement devant l'intrus. Les relations maître-élève sont des relations de personne à personne, et – idéalement – chaudes et humaines.

Alors même que l'industriel a largement fait appel aux techniques dites "automatisées" pour former, avec succès, une partie de son personnel, l'école publique hésite, résiste.

En réalité, ce qui fait peur, c'est plus le nom que la chose, car celle-ci reste largement inconnue. Et encore le nom même reste-t-il sujet à caution.

Dans son article synthèse sur l'enseignement programmé paru dans **Encyclopedia of Educational Research** (26), Stolurow utilise l'expression "enseignement automatisé" comme synonyme d'enseignement programmé et d'apprentissage programmé. Sans vouloir soulever à ce propos une controverse aride, nous préférons personnellement réserver cette désignation à un enseignement administré en tout ou en partie par une machine, et en particulier par la machine à enseigner par excellence que constitue l'ordinateur. C'est du moins le sens que nous donnerons à l'enseignement automatisé dans les pages qui suivent.

L'hésitation qui se manifeste auprès des enseignants devant les techniques automatisées d'enseignement est d'autant plus anachronique que celles-ci permettent enfin la réalisation d'un vieux rêve, celui de l'enseignement individualisé.

CHAPITRE 1

INDIVIDUALISATION DE L'ENSEIGNEMENT

1.1. – Introduction

De nos jours, à peu près tout le monde est d'accord sur le fait que tout bon enseignement doit être orienté en fonction de l'élève en tant qu'individu. Enseignants et administrateurs scolaires confessent publiquement leur croyance dans la nécessité d'orienter davantage leur enseignement et leurs écoles en fonction des particularités individuelles de leurs étudiants. La réforme scolaire du Québec ne vise-t-elle pas justement à favoriser le développement de chaque étudiant selon ses potentialités propres ?

En vérité, on retrouve un désir constant à travers l'histoire de l'éducation de rencontrer les besoins individuels de l'élève. Pourtant, il nous semble constater – aujourd'hui plus que jamais – une opposition entre le désir d'épanouissement de l'individu et les contraintes qui lui sont imposées par la vie dans une société massée de plus en plus dans les villes.

L'enseignement qui se donne dans nos écoles ne fait que refléter ce paradoxe. D'un côté, les élèves qui par leur quotient intellectuel, leur sexe, leur âge, leur origine, leur croyance, leur milieu, leur équilibre, leurs attitudes, leurs joies, leurs peines, etc., etc., sont des êtres nettement individualisés et, de l'autre, nos classes !

1.2. – La réalité

C'est dans nos classes en effet que se constate le mieux la contradiction qui existe entre les potentialités particulières de chaque élève et l'enseignement qui s'adresse à l'élève "moyen". A quoi correspond cet enseignement "typique" que l'on rencontre dans nos écoles ? C'est ce que nous essayerons de schématiser maintenant.

1.2.1. – Le "modèle" général de l'enseignement

Lorsqu'on observe la plupart des maîtres à l'oeuvre, on peut dégager dans les meilleurs cas ce bref schéma de leur enseignement:

Le maître prépare un plan de cours détaillé basé sur les objectifs du cours. Ensuite la matière, ou le sujet, est présenté de manière magistrale ou selon une technique apparentée ou non qui fait usage de divers supports audio-visuels: tableau, images, modèles, bandes, films, etc.

Peu importe le style d'enseignement du maître, du moment qu'il est efficace et qu'il y a transfert. Or, c'est justement là que se situe le problème: comment savoir que l'enseignement est efficace? – En fait, le maître juge l'efficacité de son enseignement et les progrès de ses étudiants en fonction des réactions de la classe. Les réactions des élèves prennent le plus souvent la forme de réponses à des questions. Que l'élève réponde bien ou ne réponde pas du tout, le maître peut juger (très approximativement, il est vrai), de la compréhension de celui-ci. Aussi les maîtres ont-ils inventé toute une batterie de formes de questions devant leur fournir la rétroaction voulue: – question(s) immédiate(s) après la présentation – questions posées à intervalles éloignés et plus ou moins réguliers – devoirs à domicile – examens – dissertations – etc.

Lorsque la réaction de l'élève est immédiate, le maître peut donner le renforcement voulu ou la correction nécessaire. On peut donc envisager une certaine adaptation du cours à mesure qu'il progresse.

Mais lorsque la rétroaction se fait après un certain laps de temps, on peut douter de la possibilité d'adapter le cours aux besoins de la classe. Les questions qui seront alors posées ne mesureront plus guère qu'une certaine forme de rétention.

Ainsi donc, pour bien faire, , le maître doit recevoir une rétroaction (feed-back) immédiate de tous et chacun, afin d'adapter son cours aux besoins des individus.

Mais est-ce possible?

1.2.2. – L'enseignement de groupe

Pour tenter de répondre à la question posée, jetons un coup d'oeil sur une situation typique d'enseignement.

Celle-ci se caractérise par une salle de classe où sont réunis de 30 à 40 élèves, face à un maître. Celui-ci voudra mesurer l'efficacité de son enseignement, mais de quelle façon? En interrogeant les 30 ou 40 élèves? En interrogeant un échantillon représentatif? On se rend bien compte de la difficulté qu'il y a de tenir compte des particularités de tous les individus dans des conditions semblables. Les problèmes des uns diffèrent de ceux des autres, et sont souvent même contradictoires.

On voit mal comment le maître pourrait donner pas à pas les renforcements souhaités ainsi que les corrections nécessaires à des concepts mal intégrés.

De plus, face à sa classe, le maître s'interroge sur le rythme de présentation à adopter. En fonction des élèves lents, en faisant bâiller les élèves doués? A qui s'adresse-t-on, au premier de classe, au dernier, ou à une inexistante moyenne?

Quoi que l'on fasse, le système de classe crée des victimes.

1.3. – La solution: individualisation de l'enseignement

Il existe bien plusieurs solutions de rechange à l'enseignement traditionnel de classe.

On pourrait par exemple recourir à ce qu'on est convenu d'appeler du "team teaching". Cette formule a indubitablement prouvé son efficacité aux Etats-Unis, sans toutefois résoudre tous les problèmes posés. Bien plus, elle en fait surgir un autre qui est de taille: les besoins accrus en personnel enseignant et l'aug-

mentation correspondante des coûts de l'enseignement.

L'enseignement individualisé nous semble corriger les défauts de l'enseignement de groupe tout en évitant un accroissement exagéré du personnel enseignant. Regardons comment il se présente.

1.3.1. – Les principes à la base de l'enseignement individualisé

Pour répondre aux besoins particuliers de chaque individu, un certain nombre d'enseignants et de chercheurs ont essayé d'élaborer un système d'instruction respectant les principes du développement individuel de chaque élève.

Parler d'enseignement individualisé revient à dire que le programme d'étude pour chaque matière est organisé de telle façon que chaque élève puisse le suivre selon son propre rythme. (3) Pour ce faire, il n'y a pas de classe ou de niveau d'année. L'élève se rendra aussi loin dans le sujet ou la matière que ses facultés le lui permettront.

Même si l'enseignement est individualisé, l'élève ne travaille pas nécessairement seul. Au contraire, le maître ou tuteur, surveillera de près les progrès et les difficultés de l'élève, afin de lui fournir conseil et encouragement.

C'est en réalité le maître qui prescrira le programme à suivre, et pour ce faire il tiendra généralement compte des aspects suivants:

1 – niveau d'habilité de l'élève,
2 – maturité générale de l'élève,
3 – manière d'apprendre de l'élève,
4 – réactions de l'élève à l'intérieur de diverses situations d'apprentissage (21).

En fonction des données précédentes, le maître définira une série d'objectifs éducatifs pour chaque élève. Par la suite, il enregistera les réactions de celui-ci, afin de vérifier si le degré de difficulté du sujet abordé ne dépasse pas les aptitudes de l'élève. Au besoin, il prescrira un sujet plus facile et répondra aux questions que l'on pourrait lui poser.

Il n'est évidemment pas suffisant de dire à l'élève d'aller étudier individuellement des cours ou des textes traditionnels. Pour que l'individualisation de l'enseignement puisse porter fruit, il est nécessaire de disposer d'un matériel didactique approprié, spécialement conçu pour ce genre d'enseignement.

Théoriquement tout au moins, nous disposons d'un modèle "idéal" d'enseignement. Reste à savoir sous quelles formes nous pourrions le matérialiser.

Les manières de concrétiser l'enseignement individualisé sont nombreuses et elles ne sont en réalité limitées que par notre propre manque d'imagination. Il n'y a pas de "forme" spécifique à cet enseignement, même si les expériences connues ne nous en ont fait voir que peu. Signalons entre autres, l'existence de différentes formes d'autotutorat, d'audiotutorat, de livres programmés – linéaires ou brouillés –, d'enseignement assisté ou géré par ordinateur, etc.

Parmi les techniques d'enseignement individualisé mises au point, celle qui en a davantage intégré tous les principes, c'est certes l'enseignement programmé, et par voie d'extension, l'enseignement par ordinateur.

CHAPITRE 2

L'ENSEIGNEMENT PROGRAMME

2.1. – Les pionniers

En tant que mouvement bien défini, conscient de son existence propre, l'enseignement programmé est récent et n'a pas encore 20 ans. Pour être précis, on peut dire que l'enseignement programmé a pris naissance avec la parution de l'article de B.F. Skinner, "The Science of Learning and the Art of Teaching" (24).

Skinner est arrivé à s'occuper d'enseignement un peu par accident. Psychologue de profession, il avait jusque là travaillé en laboratoire sur des animaux. Mais devant les résultats scolaires décevant de son enfant, il alla examiner de près les conditions dans lesquelles s'effectuait l'apprentissage de celui-ci. Il en revint convaincu que l'enseignement magistral (10) ne correspondait pas aux exigences individuelles des élèves.

Skinner décida alors de tenter d'appliquer aux humains ce qu'il avait découvert à partir du conditionnement des animaux. Rappelons que Skinner travaillait surtout avec des pigeons. En particulier, il avait réussi à dresser les pigeons de façon à ce qu'ils puissent diriger des bombes sur des objectifs préalablement déterminés.

A partir des lois qui semblaient régir le conditionnement du comportement animal, Skinner dégaga un certain nombre de règles devant favoriser l'apprentissage des humains. D'après Ferland et Avon, ce seraient les suivants:

1 – participation active de l'élève,
2 – division de la matière à enseigner en petites étapes,
3 – progression graduée,
4 – vérification immédiate des résultats,
5 – rythme personnel,
6 – réponses correctes (10, p. 113).

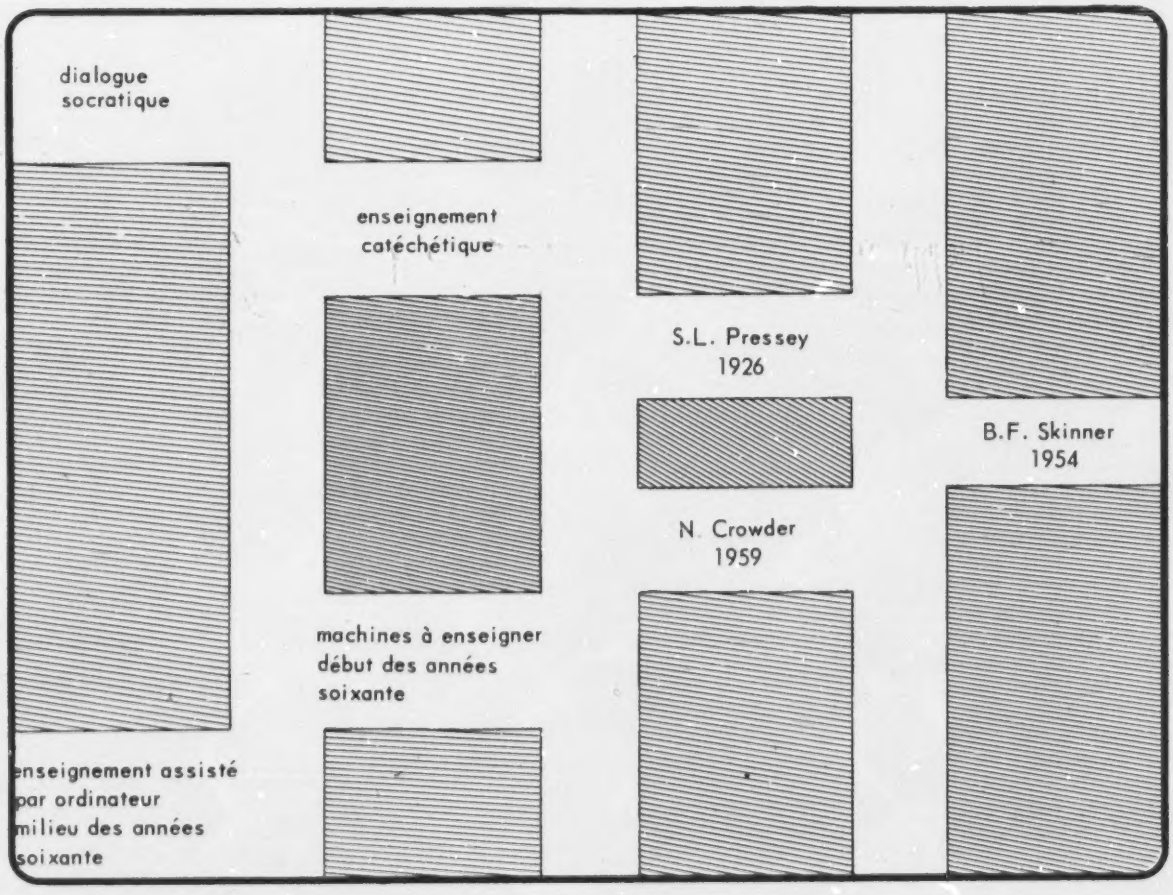
En fait, ce n'est pas Skinner qui a "inventé" l'enseignement programmé, ni même les principes fondamentaux qui le sous-tendent. Depuis longtemps déjà les enseignants avaient découvert la plupart de ceux-ci, sans cependant les appliquer entièrement. S.L. Pressey est peut-être le précurseur le plus prestigieux de l'enseignement programmé puisque, dès les années vingt (1926), il avait conçu des machines à enseigner basées sur les principes que Skinner allait redécouvrir.

L'histoire de l'enseignement programmé est brève si on ne s'attache qu'au nom de la chose. Dans ce cas, elle ne fait que remonter à 1954.

Si, par contre, on s'attarde aux principes sous-jacents, il nous faudra remonter plus loin dans l'histoire. On cite volontiers l'exemple de Socrate en train d'enseigner à un jeune esclave le théorème de Pythagore. A cette fin, il enseignait très peu de matière à la fois, utilisait des diagrammes simples et, de petits pas en petits pas, il amena l'enfant à des généralisations de quelque importance.

En général, il faut pourtant reconnaître que les précurseurs, si on peut les désigner ainsi, ont eu peu d'influence et, comme tel, l'enseignement programmé est récent.

ETAPES IMPORTANTES DANS L'EVOLUTION DE L'ENSEIGNEMENT PROGRAMME


dialogue socratique
enseignement catéchétique
S.L. Pressey 1926
B.F. Skinner 1954
N. Crowder 1959
machines à enseigner début des années soixante
enseignement assisté par ordinateur milieu des années soixante

(fig. 1)

2.2. – Les principes à la base de l'enseignement programmé

Une des meilleures synthèses qu'il nous ait été donné de lire sur l'enseignement programmé a paru sous la plume du professeur Gauthier de l'Université Laval (12). Nous nous permettrons de n'en rapporter que les éléments les plus caractéristiques, même si le texte serait à citer au complet.

2.2.1.– Définition

Le Dr Gauthier donne la définition suivante de l'enseignement programmé.

> L'enseignement programmé, c'est une technique d'auto-instruction, un procédé d'individualisation de l'enseignement qui repose sur des bases expérimentales et qui applique les meilleurs principes de l'école active. De plus, cette méthode permet de transmettre des connaissances sans l'intervention directe d'un professeur tout en respectant, dans la mesure du possible, les caractéristiques propres de chaque élève. Elle se distingue par un mode particulier de présentation de la matière, par l'adaptation au rythme de travail de chaque individu, par la participation active et soutenue de l'étudiant et enfin, par le contrôle immédiat de ses démarches intellectuelles (12,p.12).

A bien examiner cette définition, on s'aperçoit qu'on pourrait facilement s'en servir pour définir l'enseignement individualisé tout court.

Aussi vaut-il mieux préciser davantage les propositions qu'elle nous présente.

2.2.2. – Les bases

1 – "L'enseignement programmé est une méthode d'auto-instruction" (12,p.12). Celle-ci se caractérise par le dialogue entre le programme et l'élève, la résolution de problèmes à partir des connaissances fraîchement acquises par l'élève, et l'évaluation immédiate de la performance de celui-ci.

2 – "L'enseignement programmé est un procédé d'individualisation" (12,p.12). L'élève progresse en effet selon son rythme, sa volonté et sa motivation. Mais surtout, le programme étudié est adapté aux aptitudes, aux intérêts, et aux capacités de l'élève.

3 – "L'enseignement programmé repose sur des bases scientifiques" (12,p.13). Issue des laboratoires de psychologie expérimentale, la théorie d'apprentissage proposée par Skinner se ramène à deux propositions:

a) "On peut, par des moyens appropriés . . . obtenir d'un organisme qu'il réagisse de la façon que l'on désire.
b) Si l'on renforce en le faisant suivre d'une récompense le comportement ainsi obtenu, on le fixe à l'état d'habitude acquise et il y a apprentissage". (12,p.13)

Par ailleurs, l'enseignement programmé présuppose la mesure des résultats obtenus par un groupe échantillon et la correction correspondante, après quoi l'on déterminera expérimentalement l'efficacité d'enseignement obtenu.

4 – "L'enseignement programmé applique les meilleurs principes de l'école active" (12,p.14). En d'autres mots, cet enseignement se caractérise par la qualité de l'activité de l'élève, qui, dans un bon programme, sera intense. Jusqu'à un certain point, la "créativité" de l'élève sera également stimulée.

5 – "Dans l'enseignement programmé, la matière à enseigner est soigneusement structurée" (12,p.14). L'écriture d'un programme prévoit le fractionnement de la matière en petits segments qui seront soigneusement analysés quant à leur contenu (faits, notions, règles, exemples, etc.) et quant aux relations qui existent entre eux. "Généralement l'ordre de présentation va du connu à l'inconnu, du particulier au général, du simple au complexe" (ibid.).

6 – "L'enseignement programmé se caractérise par un mode particulier de présentation" (12,p.15). Le mode de présentation des programmes se divise en deux grandes catégories: le programme linéaire et le programme ramifié. Nous en examinerons les particularités plus loin.

En résumé, nous pourrions affirmer que les quatre traits distinctifs de tout enseignement programmé sont:

1 – Concentration de l'attention de l'étudiant sur une quantité limitée de matière à la fois: c'est l'item ou l'unité (frame);

2 – L'action, ou la réponse, de l'élève à chaque segment de matière;

3 – L'élève prend immédiatement connaissance des résultats après chaque réponse;

4 – Chaque élève progresse selon sa propre cadence (26).

2.2.3. – Les objectifs éducatifs

Un point que nous n'avons guère touché jusqu'à maintenant et qui est pourtant capital si on veut que l'enseignement programmé réponde aux espoirs que l'on a placés en lui, est celui des objectifs du programme.

Le programme se définit en quelque sorte par rapport aux objectifs puisqu'il est le médium qui permet d'atteindre la convergence de la performance de l'élève avec un ensemble de buts préétablis. Les buts ou objectifs sont énoncés en termes de comportement afin de pouvoir les identifier.

On peut à la rigueur faire la distinction entre les macro-objectifs (par ex. jouer au piano), et les micro-objectifs (par ex. identifier une note de musique en pressant sur la touche correspondante du piano). Mais pour être utilement employés en enseignement programmé ils doivent rencontrer au moins ces trois critères:

1 – chaque unité de comportement doit être décrite;
2 – les conditions dans lesquelles le comportement doit avoir lieu, doivent être énoncées;
3 – le niveau minimal acceptable de la performance doit être spécifié (26).

"L'énoncé des objectifs en enseignement programmé est une liste minimale, mais même pour un programme court, elle est généralement bien longue" (26). C'est Stolurow qui l'affirme, et s'il était nécessaire de nous en convaincre, nous n'aurions qu'à jeter un coup d'oeil sur la figure 2. Et encore celle-ci ne représente-t-elle que des exemples généraux, indiqués ici uniquement pour illustrer le genre d'objectifs de comportement qu'il est possible d'établir.

Une classification des comportements selon les objectifs de rendement (14)

1.0. **Objectifs de rendement verbal**

1.1. Rappeler un mot, énumérer une liste de noms; décrire un fait ou une règle.
1.2. Expliquer les étapes, dans l'ordre de l'exécution d'une tâche.
1.3. Répondre à une série de questions.
1.4. Résoudre un problème précis d'abstraction.
1.5. Résoudre un problème général d'abstraction.

2.0. **Objectifs de rendement physique**

2.1. Identifier des objets réels en les désignant.
2.2. Accomplir une tâche physique simple.
2.3. Accomplir une tâche complexe à l'aide d'instructions ou par habitude
2.4. Exécuter des gestes physiques avec adresse, habilité.
2.5. Accomplir les gestes exacts dans une situation problématique; déterminer ce qui doit être fait et ensuite agir.
2.6. Porter un jugement de valeur sur la qualité d'un objet matériel ou physique.

3.0. **Objectifs de rendement d'attitude**

3.1. Déterminer ou énumérer une liste des conséquences probables d'une action.
3.2. Manifester un comportement social requis sur une longue période de temps.
3.3. Se conduire correctement, agir comme il faut, dans une situation sociale donnée.

En nous référant toujours à la figure 2, nous pourrions par conséquent établir les objectifs d'un enseignement sur les relations Terre-Soleil,tels qu'indiqués à la figure 3. On remarquera qu'il n'est pas toujours facile d'établir très clairement les micro-objectifs en termes de comportement observable. Par ailleurs. l'ordre des énoncés des objectifs ne présume pas de l'ordre d'enseignement des objectifs.

Objectifs pour l'enseignement des relations Terre-Soleil (19,p.69)

But général: *(abstrait)*	(pour les étudiants) Acquérir les notions de base concernant les relations Soleil-Terre.	Contrôlable peut-être par ceux qui possèdent ces notions.
But secondaire: *(moins abstrait)*	Employer dans des phrases et des paragraphes la terminologie relative aux relations Soleil-Terre.	Contrôlable par l'instituteur, mais impossible de vérifier le degré de compréhension.
But secondaire: *(plus concret)*	Discuter avec d'autres des relations Soleil-Terre en utilisant le vocabulaire approprié.	Contrôlable et mesure possible du degré de compréhension.
But secondaire: *(encore plus concret)*	Se servir de façon adéquate des mots: orbite, axe, elliptique dans un paragraphe.	Contrôlable et comparable à d'autres paragraphes.
But secondaire: *(très spécifique)*	Distinguer entre "révolution" et "rotation" en parlant du Soleil et de la Terre.	Directement contrôlable et comparable: les spécialistes seraient d'accord.

(fig. 3)

2.3. – Les formats de présentation

L'enseignement programmé, nous l'avons vu, est avant tout une technique, ou mieux, une stratégie d'enseignement. Ses caractéristiques principales sont d'ordre psychologique et pédagogique.

Pourtant la présentation d'un programme diffère, elle aussi, des textes conventionnels (livre, manuel) en ce que l'organisation matérielle du texte (et des graphiques) découle des considérations scientifiques qui sous-tendent l'enseignement programmé. D'après le mode de présentation du contenu, nous pouvons dire qu'il y a deux grands types de programme: les programmes linéaires (extrinsèques) et les programmes ramifiés (intrinsèques).

2.3.1. – Les programmes extrinsèques

Les programmes linéaires sont le type le plus connu et le plus répandu de l'enseignement programmé. Le schéma original nous en a été donné directement par B.F. Skinner lui-même.

Rappelons que pour Skinner un programme est un moyen d'enseignement complet en soi et, comme tel, il répond à des objectifs qui lui sont propres. Il n'est pas un auxiliaire de quelque autre méthode d'enseignement.

Le point de vue de Skinner est de réduire au minimum l'information véhiculée par chaque item (frame) et de fournir un renforcement immédiat afin d'éviter le plus d'erreurs possible. L'erreur constitue en quelque sorte la "hantise" de Skinner qui veut l'éviter à tout prix, car il pense qu'elle est difficile à effacer du subconscient de l'élève. D'ailleurs le programme linéaire n'offre guère de possibilité de correction si ce n'est de répéter la même information ou de fournir la réponse correcte. Celle-ci est d'ailleurs fournie après que l'élève a répondu à chaque item. La bonne réponse est une sorte de récompense fournie à l'élève, elle sert de "renforcement" et contribue au bon apprentissage.

Tout programme est destiné à une population-cible, et au sein de celle-ci il vise plus particulièrement l'élève le moins habile. La plupart des élèves se voient ainsi obligés de parcourir plus d'items qu'ils n'en ont vraiment besoin. Pour y remédier partiellement, on peut préparer plusieurs programmes de niveaux différents pour le même groupe ou encore prévoir un enchaînement modifié et enrichi pour les élèves supérieurs (fig.4, schéma 3).

Physiquement, le programme linéaire se présente comme une succession de courts "maillons" organiquement reliés les uns aux autres (fig.4, schéma 1). Chaque maillon ou segment ou item peut être constitué de trois parties: 1 – une information; 2 – une question sur l'information; 3 – et l'écriture (par l'élève) de la réponse.

Dans certains cas, l'output d'un item sert d'input au prochain, et nous avons alors un enchaînement plus intense et direct. C'est le cas par exemple, lorsque la réponse donnée pour un item enchaîne directement avec le suivant (fig.4, schéma 2).

Les programmes linéaires ne sont pas nécessairement verbaux, mais ils peuvent utiliser à profusion, photos, images et graphiques. De même la réponse n'est-elle pas nécessairement écrite. La simple identification d'un point ou d'un sujet de l'image peut être suffisante, comme le démontre l'examen de la figure 5.

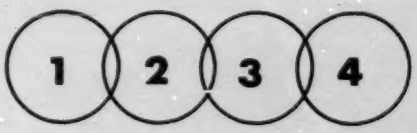
2.3.2. – Les programmes intrinsèques

Si Skinner prend grand soin d'éviter que ne surviennent des erreurs dans le cours programmé, Norman Crowder au contraire est à l'origine d'une école de pensée qui se sert de toutes les réponses, bonnes ou mauvaises, pour susciter l'apprentissage chez l'individu. On désigne les types de programmes ainsi conçus sous

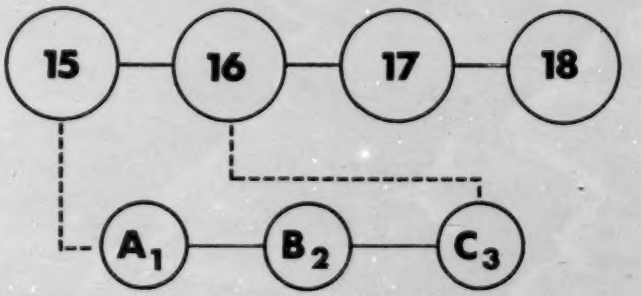
SCHEMAS DE PROGRAMMES LINEAIRES (OU EXTRINSEQUES)

1 schéma général

2 enchaînement verbal

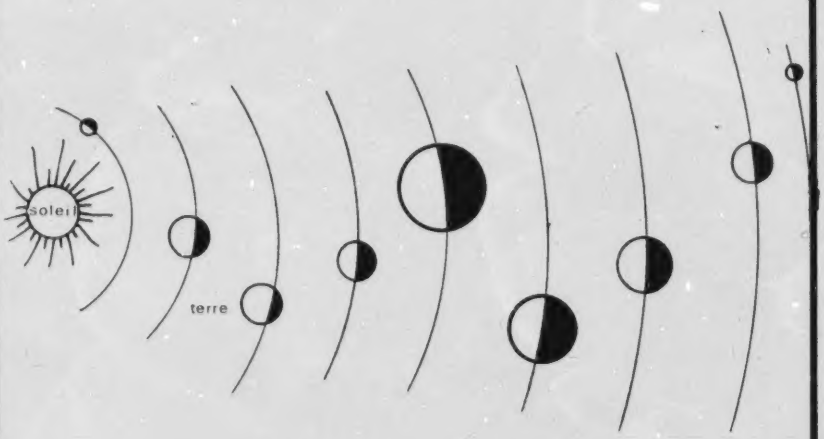


3 enchaînement modifié (pour élèves supérieurs)



(fig. 4)

EXEMPLE D'UN ENSEIGNEMENT PROGRAMME EXTRINSEQUE



Les 6 planètes les plus éloignées du Soleil sont ____plus chaudes / plus froides____que la Terre

La planète **la plus chaude** est celle qui est ____la plus proche / la plus éloignée ____du Soleil

Dans le croquis ci-dessus, inscrivez la lettre C sur la planète que vous pensez être la plus chaude.

La planète **la plus froide** est celle qui est ____la plus proche la plus éloignée ____du Soleil

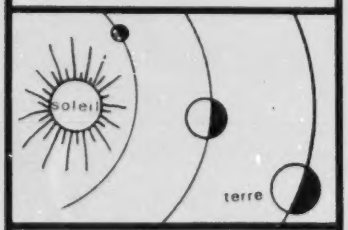
Inscrivez la lettre F sur la planète la plus froide.

60

Les planètes qui sont plus proches du Soleil que la Terre sont trop ____froides / chaudes ____

plus froides

la plus proche



la plus éloignée

chaudes

(fig. 5)

d'après C.D. Buchanan (7)

le nom de programmes intrinsèques ou ramifiés.

Les fondements psychopédagogiques de ces programmes sont dans l'ensemble similaires à ceux des programmes linéaires. Les différences sont plus apparentes que réelles. (fig.6).

Dans cette technique, chaque item contient peu de matière, quoique en général, il y en ait plus que dans les programmes linéaires. L'information est suivie d'une question, mais la réponse, au lieu d'être construite, comme dans les programmes skinneriens, est ici fermée. Généralement, il s'agit d'un choix multiple. La réponse, même fausse, engendrera l'item suivant qui contiendra alors une information spécifiquement conçue pour corriger les lacunes que décèle la mauvaise réponse. De fait, on peut ainsi concevoir tout un cycle d'items qui donnera un enseignement correctif. Une fois l'erreur corrigée, l'élève se verra à nouveau branché à un point du programme principal correspondant à son niveau de savoir (fig.6). Si l'élève a, au contraire, bien répondu, on lui présentera après un bref commentaire (renforcement) l'item suivant du programme. On peut donc facilement voir que ce genre de programme est plus facilement adaptable aux différences individuelles. Un élève supérieur, nécessitant probablement moins de "boucles" correctives, progressera plus vite à travers le programme que les élèves plus faibles.

Le programme de type crowderien, quoique particulièrement bien adapté à une présentation machine, est cependant facilement administré sous forme imprimée par le livre brouillé. Selon la réponse qu'il choisira, l'élève se verra diriger vers une page déterminée. De là on lui indiquera à quelle autre page se référer etc. (fig. 7 – 1 à 7 – 3) (1).

Une question souvent posée se rapporte au fait de savoir lequel des deux types d'enseignement programmé utiliser. L'un est-il meilleur que l'autre? La réponse: cela dépend!

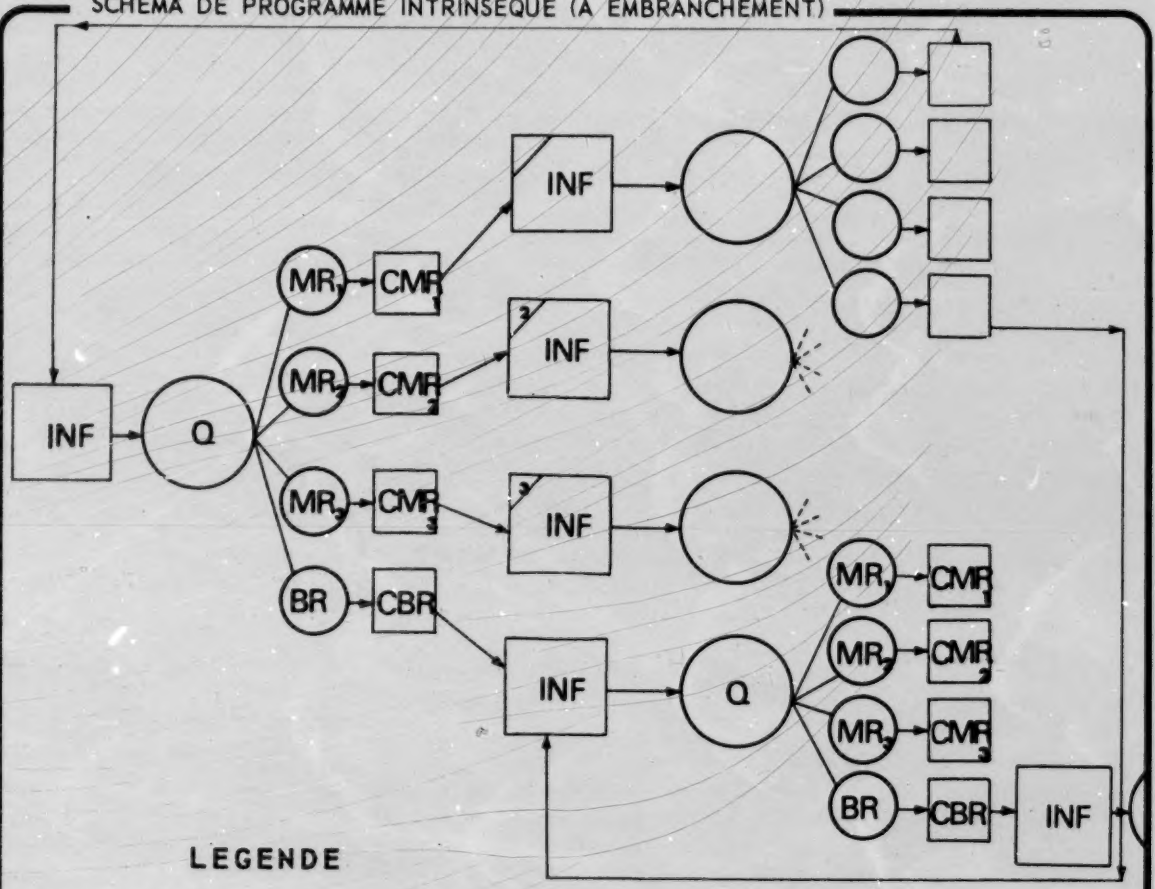
En effet il est difficile de prétendre que l'un est meilleur que l'autre. Il y a bien des circonstances où l'un semble plus adapté que l'autre. D'après le professeur Gauthier, "Le choix d'un modèle de préférence à l'autre est fonction de la matière à étudier, de la population des élèves à qui on s'adresse, et enfin des objectifs à atteindre". Et il ajoute: "**La règle générale** est la suivante: s'agit-il d'acquérir ou de communiquer de l'information, les systèmes linéaires sont préférables; s'agit-il d'utiliser cette information, les modèles ramifiés sont recommandés" (12,p.17).

2.3.3. – Les machines à enseigner

A ses débuts, l'enseignement programmé était intimement associé à ce que l'on appelle communément des machines à enseigner. Les aspects cybernétiques de l'enseignement programmé sont en effet particulièrement favorables à une présentation machine. Par ailleurs, il est bon de se rappeler que ce sont les machines de Pressey et de Skinner qui ont été à l'origine de la "naissance" ou de la formulation de ce qu'est l'enseignement programmé. Les premières machines de Pressey (20) datent d'il y a plus de quarante ans. Au début le grand psychologue avait développé une machine très simple pour tester mécaniquement les résultats de ses étudiants. Par la suite, il s'aperçut qu'elle était aussi capable d'enseigner. Il la perfectionna pour éliminer les parties de programmes auxquelles l'étudiant avait bien répondu. Skinner lui-même fut amené au développement de ses programmes linéaires par le biais d'une machine (24). Celle-ci présentait un rouleau de papier sur lequel était inscrite l'instruction destinée à amener l'étudiant jusqu'aux objectifs désirés.

De fait, il est difficile d'affirmer que les machines sont nécessaires à l'enseignement programmé. Et même si le début des années soixante a été témoin de l'éclosion d'une pléthore de machines "enseignantes" plus ou moins différentes les unes des autres, l'enseignement programmé n'est pas organiquement lié à une telle présentation. Quelle meilleure preuve pouvons-nous en donner que de signaler que la "faillite" actuelle de ce genre de machine n'a pas empêché l'enseignement programmé de survivre. Et sa santé est excellente! - L'enseignement programmé est de nature abstraite; il s'agit, nous l'avons déjà signalé, d'une stratégie d'en-

SCHEMA DE PROGRAMME INTRINSEQUE (A EMBRANCHEMENT)



LEGENDE

INF : Information donnée par le programme

Q : Question posée à la suite de l'information

MR : Mauvaise réponse

1 (différents types de réponses; p.ex. MR_1 partiellement incorrect

2 (MR_2 mauvaise interprétation

3 (MR_3 incompréhension totale

CMR:

1 (commentaire du programme à la mauvaise réponse (tient compte du type d'erreur).

2 (

3 (

CBR: commentaire du programme à la bonne réponse

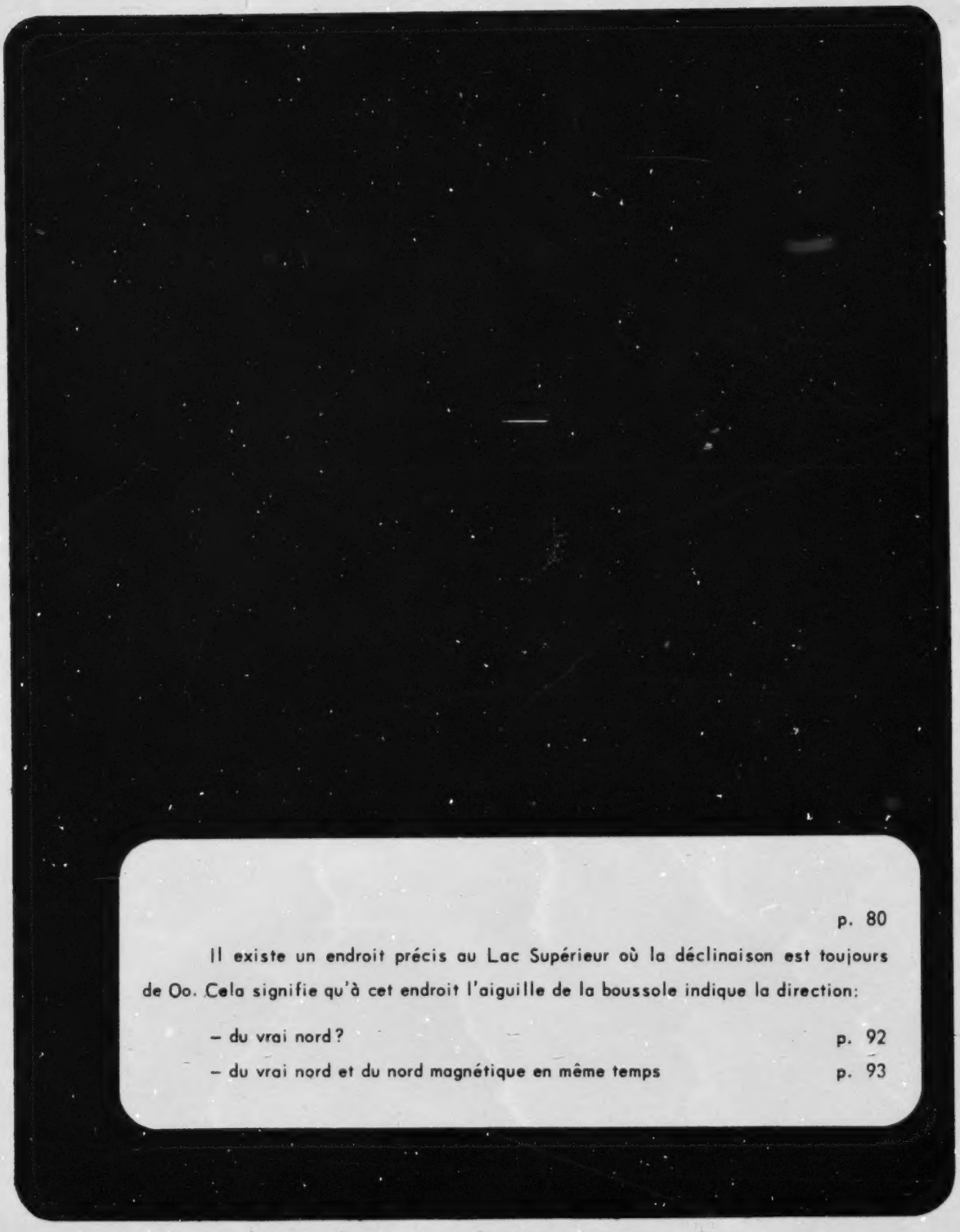
(fig. 6)

seignement, i.e., d'une logique d'enseignement destinée à atteindre des objectifs éducatifs.

Si les machines à enseigner n'exercent plus aujourd'hui l'attrait d'il y a quelques années, et si la plupart des programmes actuels sont administrés par l'imprimé, force nous est d'admettre que la pénétration dans le domaine éducatif d'une nouvelle machine – autrement puissante celle-là – ouvre probablement à l'enseignement des horizons nouveaux. L'avenir nous dira si les espoirs fondés sur l'ordinateur étaient justifiés.

En attendant, prenons connaissance de cette forme nouvelle d'enseignement qu'est l'enseignement par ordinateur.

exemple de présentation
brouillée

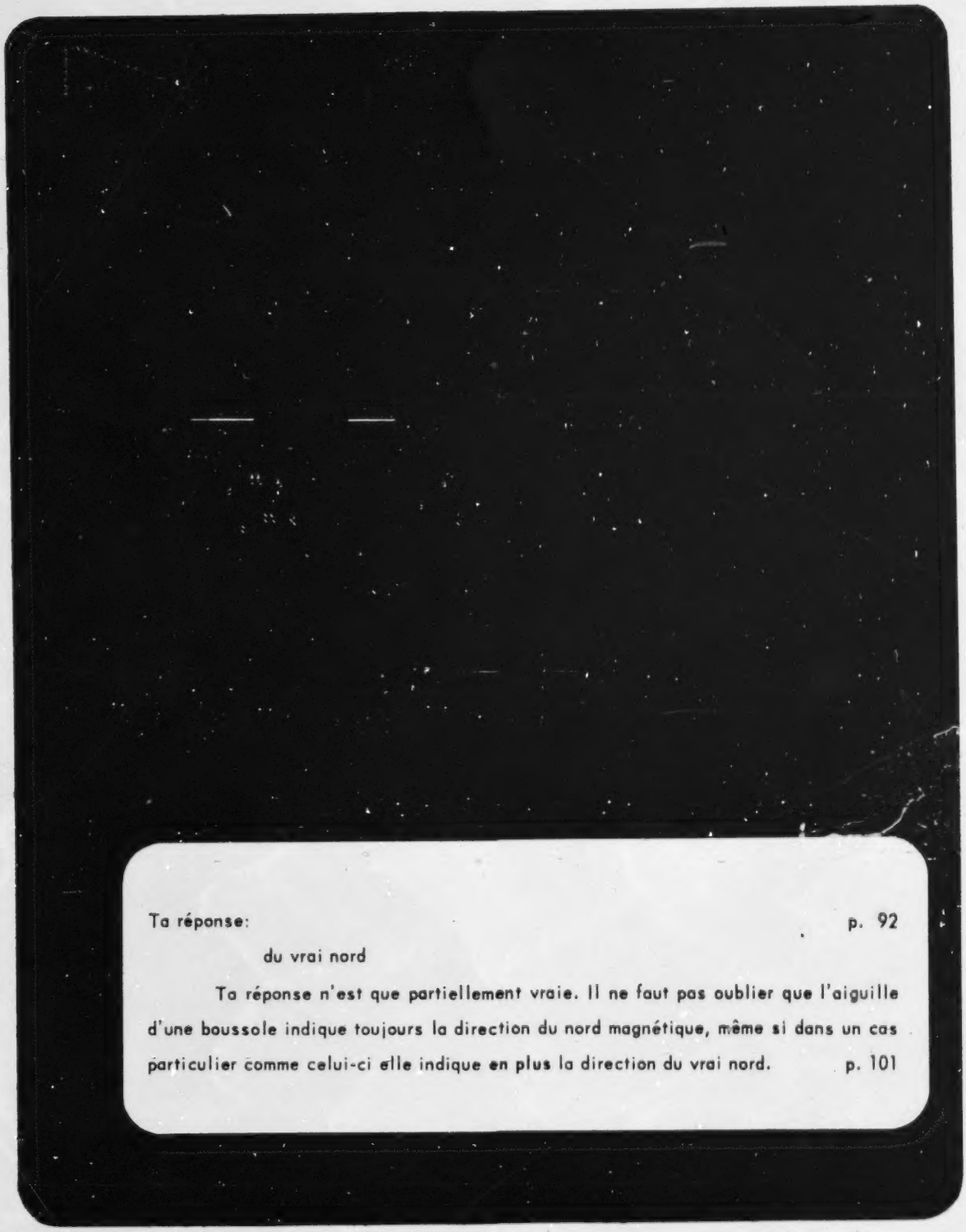


p. 80

Il existe un endroit précis au Lac Supérieur où la déclinaison est toujours de Oo. Cela signifie qu'à cet endroit l'aiguille de la boussole indique la direction:

- du vrai nord ? p. 92
- du vrai nord et du nord magnétique en même temps p. 93

(fig. 7-1)

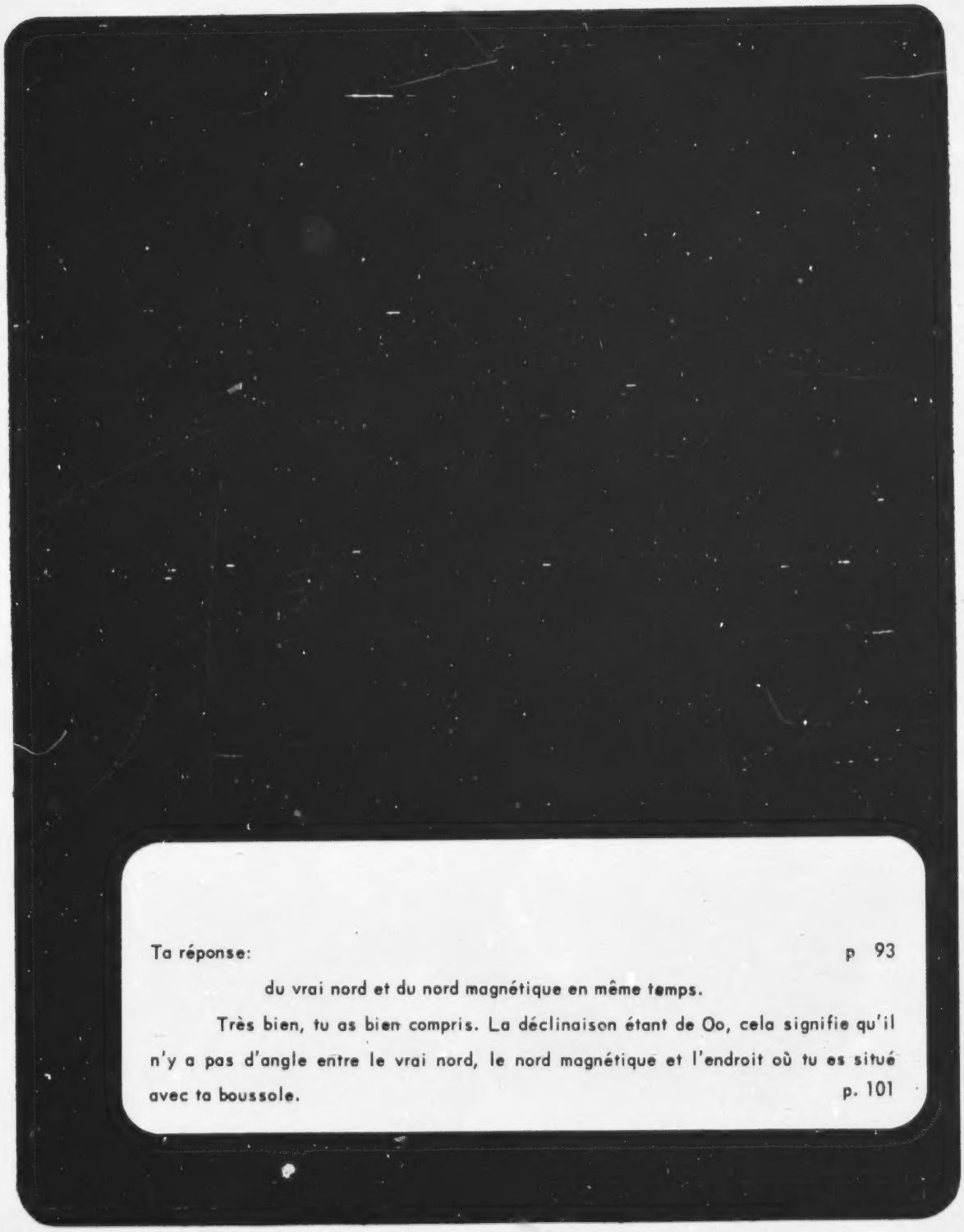


Ta réponse: p. 92

du vrai nord

Ta réponse n'est que partiellement vraie. Il ne faut pas oublier que l'aiguille d'une boussole indique toujours la direction du nord magnétique, même si dans un cas particulier comme celui-ci elle indique en plus la direction du vrai nord. p. 101

(fig. 7-2)



Ta réponse: p 93

du vrai nord et du nord magnétique en même temps.

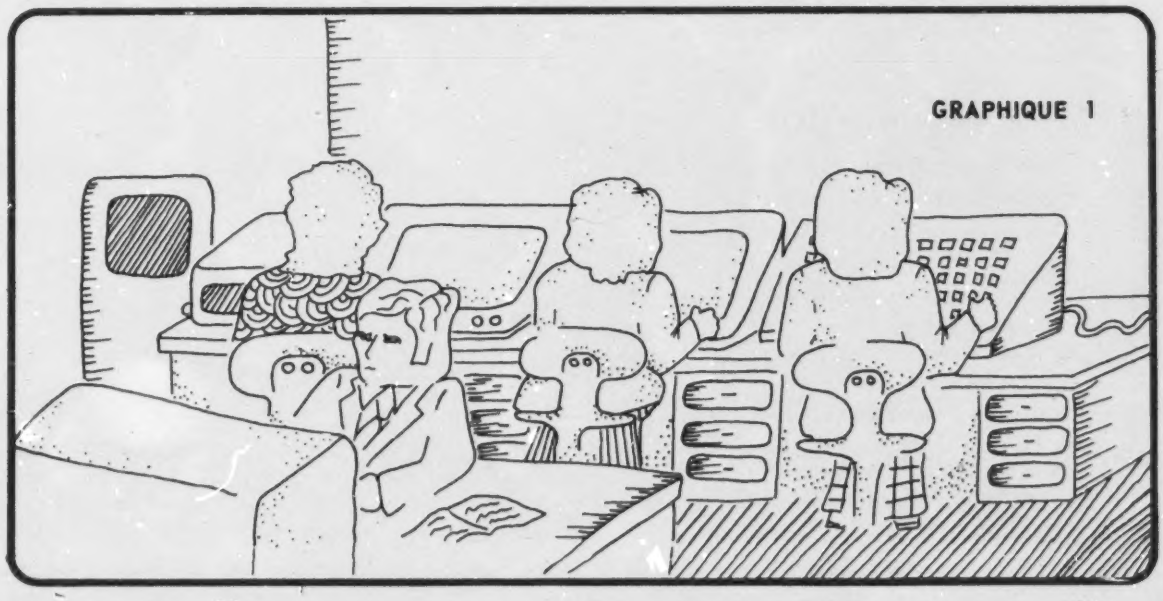
Très bien, tu as bien compris. La déclinaison étant de Oo, cela signifie qu'il n'y a pas d'angle entre le vrai nord, le nord magnétique et l'endroit où tu es situé avec ta boussole. p. 101

(fig. 7-3)

CHAPITRE 3

L'ENSEIGNEMENT PAR ORDINATEUR

Les premiers chercheurs à s'intéresser à l'enseignement par ordinateur provenaient souvent du domaine de l'enseignement programmé. Les informaticiens même recouraient volontiers à cette technique pour écrire les cours qu'ils voulaient entrer en ordinateur. Comme résultat de cette politique, nous disposons aujourd'hui de milliers d'heures d'enseignement par ordinateur apparentées à l'enseignement programmé*. La tentation est par conséquent forte de vouloir associer l'enseignement par ordinateur à l'enseignement programmé. Mais même si cette stratégie a donné d'excellents résultats, nous pensons qu'il est dangereux de vouloir limiter l'utilisation de l'ordinateur pour fins d'enseignement à cette seule dimension. "L'enseignement assisté par ordinateur nous place plusieurs ordres de grandeur en avant de la technologie courante de l'enseignement programmé, et peut-être au seuil de la percée technologique la plus importante de ce siècle" (8). L'affirmation est certes fracassante, mais correspond-elle à des espoirs réels, ou est-elle simplement l'émanation d'un visionnaire? Nous laissons au lecteur le soin d'en juger!



GRAPHIQUE 1

* Malheureusement ces cours sont souvent conçus dans des langages (d'ordinateur) différents et pour des types particuliers de machines, ce qui les rend incompatibles d'une machine à l'autre. De plus, ils sont presque exclusivement écrits en anglais.

3.1. – La machine

3.1.1. – Définition

Nous connaissons peu de domaines ou champs d'activité ou l'on ne puisse utilement employer l'ordinateur. L'explosion phénoménale du nombre d'ordinateurs mis en service au cours des toutes dernières années un peu partout ne fait que confirmer cette affirmation. L'enthousiasme des uns relève souvent du roman de science-fiction, alors qu'ailleurs des scribouilleurs en mal de "sensationnalisme" insistent sur la menace que fait peser l'ordinateur sur la volonté, la pensée et la liberté de décision de l'homme. Pour apaiser les craintes suscitées, on n'hésite pas à rappeler qu'après tout l'ordinateur n'est qu'une machine, foncièrement bête, et qu'elle n'exécute que ce que l'homme veut bien qu'elle fasse. Dans un cas comme dans l'autre, on exagère et une bonne dose de pondération et de nuances serait de rigueur. Quoi qu'il en soit, nous n'avons pas l'intention de poursuivre cette polémique. Mais avant de parler de l'enseignement par ordinateur proprement dit, nous voulons rapidement souligner les caractéristiques principales de la machine communément appelée ordinateur*.

> L'ordinateur est une machine qui traite automatiquement l'information, selon un programme enregistré (2)

La définition vient d'un excellent petit ouvrage de vulgarisation (2).

L'ordinateur est avant tout une **machine.** Une machine qui supplée au "cerveau de l'homme, comme l'automobile supplée aux jambes de l'homme"(2) en augmentant la mémoire et les possibilités logiques de l'homme. Cette machine est par ailleurs automatique, i.e. que l'homme n'intervient que de façon minimale pendant l'exécution du travail, alors même qu'un nombre élevé de travaux complexes sont réalisés. Ces travaux consistent à **traiter** des données. Si l'on veut, la machine va trier, classer, ranger, comparer, diviser, multiplier, abandonner, imprimer, expédier, montrer, etc. les données qu'on lui a présentées. Les données, ou **l'information,** traitées par la machine sont des "faits élémentaires, bruts, quantifiables et codifiés". Pour que l'ordinateur comprenne bien le travail qu'il a à exécuter, on lui a intégré un **programme.** Autrement dit, on fournit à celui-ci la liste complète et détaillée de toutes les opérations et la suite selon laquelle celles-ci doivent se réaliser. Enfin le programme est **enregistré,** i.e. qu'il est provisoire. On peut l'enlever pour le remplacer par un autre programme, quitte à revenir à nouveau au premier plus tard.

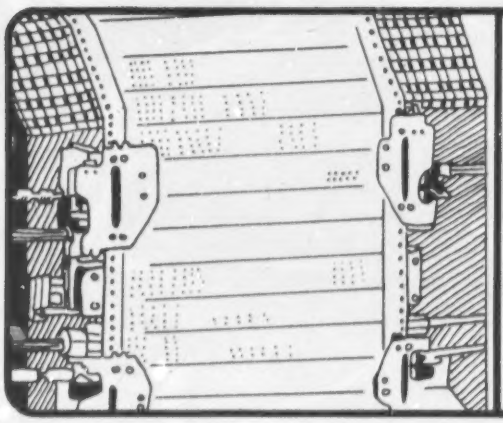
3.1.2. – Un ordinateur simple

Un examen général et rapide nous montre que les ordinateurs actuels sont essentiellement constitués des composantes suivantes:

1 – Un périphérique d'entrée: il achemine les données à l'intérieur de l'ordinateur (par exemple: une lectrice de cartes perforées).
2 – Une mémoire capable d'emmagasiner les données avant, pendant et après le traitement (par exemple: une mémoire centrale).
3 – Une unité arithmétique ou logique, qui exploitera l'information.
4 – Une unité de contrôle, qui interprète les instructions fournies à l'ordinateur, transfère l'information d'unité en unité, et permet à l'unité arithmétique d'exécuter les opérations requises.
5 – Des périphériques de sortie pour présenter l'information sous une forme acceptable (par exemple: une imprimante).
6 – Un répertoire d'instructions de branchement conditionnel, i.e. des instructions qui transféreront le con-

* Le terme "ordinateur" a été retenu par Jacques Perret, de l'Université de Paris. Relégué aux oubliettes du moyen-âge, il signifiait "Dieu" ordinateur du monde". – "Le terme, modestement, fut jugé digne des machines nouvelles dont on pressentait l'avenir" (2, p.24).

40



GRAPHIQUE 2
Une imprimante d'ordinateur

trôle à certaines instructions dépendant du résultat de tests simples, tels que la comparaison entre deux nombres.

7 – Une capacité d'emmagasiner un programme intérieurement, i.e. d'emmagasiner une série d'instructions élémentaires à l'aide desquelles l'usager pourra faire exécuter à l'ordinateur un quelconque traitement d'informations.

(d'après Jordain, 16)

3.1.3. – Opérations effectuées par un ordinateur utilisé à des fins d'enseignement* (17)

Regardons très rapidement comment un ordinateur se comporte dans des situations d'enseignement ou, plus exactement, quelles sont les opérations qu'il effectue. Autant dire tour de suite qu'il n'est pas dans nos intentions de démontrer les capacités de l'ordinateur à partir d'un exemple d'enseignement. Ce serait injuste, car la plupart des actes et gestes que nous accomplissons lorsque nous "enseignons" sont au fond très simples, et de plus, leur gamme n'est pas très variée. Nous y reviendrons quelque peu à un moment ultérieur, aussi n'insisterons-nous pas davantage. L'ordinateur a donc des possibilités infiniment supérieures aux quelques activités "enseignantes" que nous vous présentons maintenant.

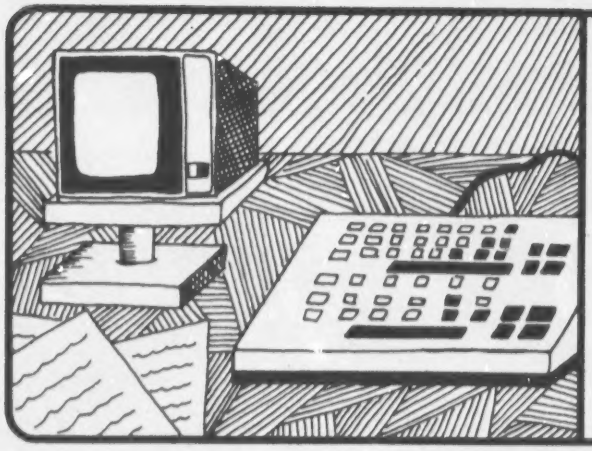
1 – **Le périphérique d'entrée** permet au professeur d'entrer le cours et ses divers exercices connexes dans l'ordinateur. On peut y arriver en se servant de cartes perforées. Mais plus généralement on utilise un clavier pour cette opération.

2 – **La mémoire à accès sélectif** emmagasine le contenu didactique pour plusieurs cours. Le nombre de ceux-ci dépend évidemment de la puissance du système en place. En plus, la mémoire conserve les fichiers des élèves avec leurs notes, ainsi que les directives d'administration des cours.

Les cours, fichiers, etc. sont divisés en segments identifiés chacun par sa propre adresse alphanumérique afin que l'ordinateur puisse les reconnaître et les différencier. L'ordinateur permet même à l'étudiant d'interrompre son cours à n'importe quel moment. Il prendra automatiquement note de l'endroit où l'étudiant s'est arrêté et, lorsqu'il reviendra, l'ordinateur s'en souviendra et présentera le cours à partir de l'endroit où il avait été interrompu.

3 – **L'unité centrale** (ou unité arithmétique ou unité logique) est le coeur de l'ordinateur. C'est elle qui fournit les capacités logiques ou arithmétiques nécessaires au fonctionnement et à l'administration d'un programme donné. Parmi ses multiples fonctions, mentionnons le fait d'aller chercher en mémoire la matière emmagasinée pour la présenter à l'élève. C'est encore elle qui met cette matière bout à bout pour en faire des séquences d'enseignement. Par ailleurs, elle analyse également les réponses des

* Pour le lecteur intéressé à mieux connaître le fonctionnement de l'ordinateur, nous signalons l'ouvrage de Scott (23). Il s'agit d'un livre brouillé.



GRAPHIQUE 3

Ce périphérique est relié à un ordinateur central.
Le clavigraphe permet d'entrer les données qui, une fois traitées, seront présentées graphiquement sur l'écran de gauche.

étudiants et, selon le cas, elle va présenter de la matière nouvelle ou encore elle va imprimer de nouvelles questions, présenter des exercices ou carrément mettre l'étudiant sur une voie d'enseignement correctif.

4 – **L'unité de contrôle** dirige le trafic des messages entre l'étudiant et la machine. Un nombre parfois élevé d'étudiants peut se servir de la machine en même temps sans que tout le monde suive nécessairement un cours identique, et au **même** rythme. A cause de la vitesse d'opération de l'ordinateur, l'étudiant percevra difficilement que son cours est géré individuellement en même temps que les cours de ses condisciples.

5 – **Le périphérique de sortie** (voir graphique), ou le terminal, est la partie de l'ordinateur avec laquelle l'élève est en contact. Souvent le périphérique d'entrée et le périphérique de sortie ne font qu'un, et il s'agit la plupart du temps d un clavier à l'aide duquel l'élève "dialoguera" avec l'ordinateur. Ce terminal peut être relié directement à l'ordinateur ou encore il peut être situé à des milliers de milles. Dans ce cas, une simple ligne téléphonique fera office d'intermédiaire.

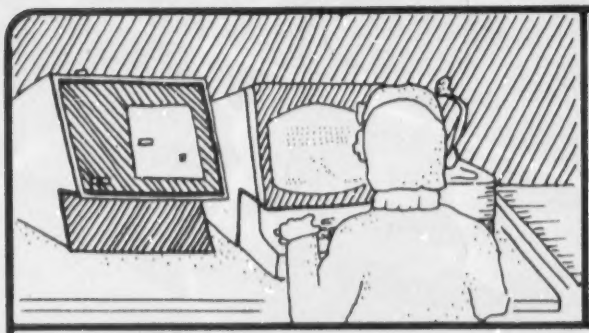
3.1.4. – Les langages d'ordinateur

La plupart des ordinateurs fonctionnent selon un système binaire et, pour qu'ils comprennent les ordres qu'on leur donne, il faut les leur servir en langage machine.

Pour le commun des mortels, y compris la plupart des enseignants, se pose alors un problème de communication! Les ingénieurs s'y retrouveraient peut-être mais, même pour eux, la communication ne serait pas facile, pratique.

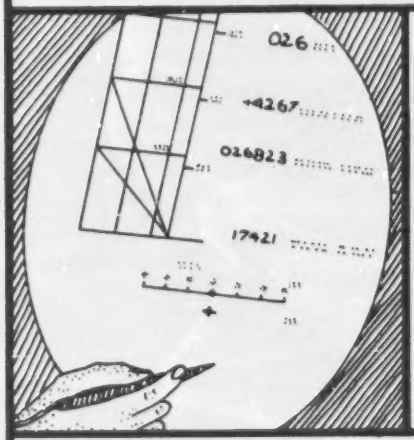
Aussi a-t-on pensé concevoir des langages qui seraient facilement compris et manipulés par les humains, tout en étant bien sûr également compris par la machine. Pour y arriver, on a intégré à celle-ci un mécanisme capable de traduire le langage de programmation en langage machine!

Les possibilités d'utilisation de l'ordinateur sont innombrables et les attentes des individus qui s'en servent sont souvent particulières. Aussi a-t-on développé un grand nombre de langages répondant à des besoins et à des utilisations très spécifiques. En fait, il y a littéralement des centaines de langages! L'enseignement par ordinateur n'y a pas échappé non plus.

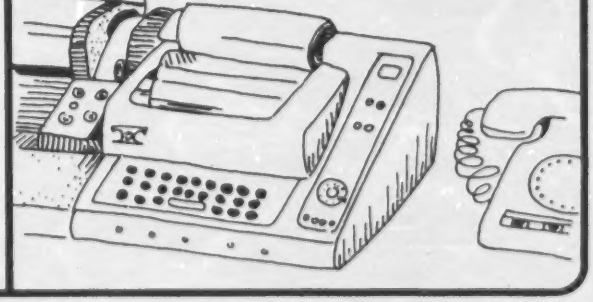


GRAPHIQUE 4
à droite:
l'écran cathodique et le clavigraphe qui permet de communiquer avec l'ordinateur
à gauche:
l'écran visuel

GRAPHIQUE 5
Une station d'enseignement équipé d'un clavigraphe et d'un écran cathodique



GRAPHIQUE 6
Un écran cathodique conçu pour les graphiques



GRAPHIQUE 7
Un terminal du genre télétype

43

Cette prolifération de langages est le signe le plus manifeste qu'on ne s'est pas encore mis d'accord sur un langage qui répondrait aux besoins de la plupart des utilisateurs. Plusieurs langages ne diffèrent entre eux que par les apparences et par des différences de possibilités somme toute minimes.

Karl Zinn (27) a essayé de recenser les langages spécialement conçus pour des fins d'enseignement en les regroupant en fonction des buts principaux que leurs auteurs visaient:

a) **Présentation d'items successifs**: on retrouve entre autres dans cette catégorie des langages tels que Coursewriter II, développé par I.B.M. et C A N développé par l'Ontario Institute for Studies in Education;

b) **Conversation dans un contexte limité**: à titre d'exemple citons Eliza, du M.I.T. de Cambridge au Massachusetts et PLANIT de System Development Corporation de Santa Monica en Californie.

c) **Présentation de programmes**: C A T O de l'Université de l'Illinois à Urbana serait un exemple de ce type de langage.

d) **Langage d'interaction pour usage étudiant**: BASIC du Collège Darmouth au Maine est probablement le plus connu et le plus répandu de cette catégorie.

En définitive donc, l'usage d'un langage de préférence à un autre, dépend de la stratégie d'enseignement dont on veut se servir. Sans oublier le type de machine employé! Tous les ordinateurs, fussent-ils sortis de la même compagnie, n'acceptent pas nécessairement tous les langages. Ce ne sont là que quelques-unes des contraintes que l'on rencontre en cours de route.

Reprenons maintenant des exemples déjà utilisés antérieurement (figures 7–1 à 7–3). Si nous voulions les entrer dans un ordinateur de type I.B.M. 1500 pour les présenter à l'élève, nous nous servirions du langage Coursewriter II et, à regarder la figure 8, on a une idée de ce que ça donnerait.

Nous sommes d'accord! Au premier abord notre exemple a l'air bien compliqué et ne nous incite guère à nous engager dans la voie de l'enseignement par ordinateur. En réalité il s'agit d'un programme bien simple et la peur trouve son origine dans l'inconnu, i.e. dans notre ignorance des signes cabalistiques affichés.– Et pourtant un enseignant qui n'a pas d'expérience informatique préalable est capable d'apprendre ce langage en 3–4 jours, et suffisamment bien pour s'en servir utilement! Bien sûr, la maîtrise parfaite ne vient qu'avec l'usage. Mais il en va ainsi dans tous les domaines. Conduire une automobile n'est pas difficile lorsqu'on est initié; mais bien la conduire demande quand même une certaine pratique.

Les symboles si mystérieux ne sont que des ordres à la machine. Par exemple: Affiche le message suivant à partir de la rangée 4 et la colonne 5, sur une largeur de 2 rangées à partir de la rangée 4, n'importe où entre la colonne 0 et 40. Il ne s'agit pas là d'un ordre difficile. Il s'agit de connaître la façon de l'écrire. Le plus ennuyeux, à la longue, c'est peut-être l'aspect mécanique, long et laborieux de l'écriture de la programmation.

3.1.5. – Un mode de pensée

On a dit quelque part que l'ordinateur était foncièrement bête. Si l'on veut dire par là que l'ordinateur n'a pas de pensées originales, "sui generis", nous sommes d'accord. En effet, il ne peut comprendre une chose pour laquelle nous ne l'avons pas préparé.

La responsabilité de tout prévoir revient donc au programmeur ou à l'enseignant, selon le cas. Or, c'est là une chose difficile, d'autant plus que nous n'avons pas l'habitude d'analyser en détail les actes que

EXEMPLE DE PROGRAMMATION EN COURSEWRITER II (1)

```
G10209*E
    1 LD  0+/C11*E
    2 PR  *E
    3 DE  0+/32*E
    4 DT  4,5+/2,4+/40,0+/IL EXISTE UN ENDROIT PRECIS AU LAC*E
    5 DT  6,5+/2,6+/40,0+/SUPERIEUR OU LA DECLINAISON EST*E
    6 DT  8,5+/2,8+/40,0+/TOUJOURS DE Oo.*E
    7 DT 12,5+/2,12+/40,0+/CELA SIGNIFIE QU'A CET ENDROIT*E
    8 DT 14,5+/2,14+/40,0+/L'AIGUILLE DE LA BOUSSOLE INDIQUE*E
    9 DT 16,5+/2,16+/40,0+/LA DIRECTION*E
   10 DT 22,5+/2,22+/40,0+/+0+0 DU VRAI NORD*E
   11 DT 26,5+/2,26+/40,0+/+0+0 DU VRAI NORD ET DU NORD*E
   12 DT 28,9+/2,28+/40,0+/MAGNETIQUE, EN MEME TEMPS:*E
   13 DT 30,5+/2,30+40,0+/+0+0 (AIDE).*E
   14 EPP 1200+/G10209*E
   15 AD  1+/C6*E
   16 NX  *E
   17 AD  1+/C7*E
   18 BR  RE*E
   19 CAP 2,22,2,5+/C1*E
   20 AD  1+/C9*E
   21 DE 0+/32*E
   22 DT  2,5+/2,2,+/40,0+/TA REPONSE N'EST QUE PARTIELLEMENT*E
   23 DT  5,5+/2,5+/40,0+/VRAIE. IL NE FAUT PAS OUBLIER QUE*E
   24 DT  8,5+/2,8+/40,0+/L'AIGUILLE D'UNE BOUSSOLE INDIQUE*E
   25 DT 11,5+/2,11+/40,0+/TOUJOURS LA DIRECTION DU NORD*E
   26 DT 14,5+/2,14+/40,0+/MAGNETIQUE, MEME SI DANS UN CAS*E
   27 DT 17,5+2,17+/40,0+/PARTICULIER COMME CELUI-CI, ELLE*E
   28 DT 20,5+/2,20+, 40,0+/INDIQUE EN PLUS LA DIRECTION DU*E
   29 DT 23,5+/2,23+/40,0+/VRAI NORD.*E
   30 DT 30,38+/2,30+/40,0+/+0+0*E
   31 PAE *E
   32 DE  0+/32*E
   33 CAP 2,26,2,5+/C2*E
   34 AD  1+/C8*E
   35 DE  0+/25*E
   36 DE 30+/2*E
   37 DT  4,5+/2,4+/40,0+/TRES BIEN TU AS BIEN COMPRIS. SI LA*E
   38 DT  6,5+/2,6+/40,0+/DECLINAISON EST DE Oo, CELA SIGNI*E
   39 DT  8,5+/2,8+/40,0+FIE QU'IL N'Y A PAS D'ANGLE ENTRE*E
   40 DT 10,5+/2,10+/40,0+/LE VRAI NORD, LE NORD MAGNETIQUE*E
   41 DT 12,5+/2,12+/40,0+/ET L'ENDROIT OU TU ES SITUE AVEC*E
   42 DT 14,5+/2,14+/40,0+/TA BOUSSOLE.*E
   43 DT 30,38+/2,30+/40,0+/+0+0*E
   44 PAE *E
   45 DE  0+/32*E
   46 CAP 2,30,2,5+/A1*E
```

(fig. 8)

nous accomplissons nous-mêmes. Certains raisonnements que nous faisons semblent sauter des étapes et c'est avec une certaine difficulté que nous pouvons les disséquer pour les construire dans le détail et dans leur ordre séquentiel.

Si notre programme est bien conçu, l'ordinateur pourra à la rigueur effectuer des opérations logiques beaucoup plus lointaines que l'être humain, dont la mémoire a une faculté étonnante d'oubli. Il pourra en plus le faire tellement plus vite. On n'a qu'à penser aux nombreux problèmes de mathématiques qu'il est capable de résoudre dans une fraction de seconde, alors que nous y mettrions des heures, sinon des semaines.

Pourtant la décision finale revient à l'auteur, au programmeur. On pourrait concevoir que l'ordinateur joue aux échecs. Mais au début du jeu, même la rapidité d'exécution de la machine demanderait 10^{110} années avant de pouvoir analyser toutes les solutions possibles. C'est que l'ordinateur n'a pas de jugement de valeur. Il est obligé d'examiner toutes les possibilités, les futiles comme les bonnes. L'homme garde son avantage à ce niveau . . . et ses responsabilités.

Avant de faire la programmation proprement dite, nous devons donc analyser par le détail la suite des opérations que nous voulons faire exécuter. En d'autres mots, nous devons d'abord concevoir l'algorithme de notre démarche (figure 9). "L'algorithme est la solution à un type de problème réduit à un procédé uniforme pour résoudre un problème spécifique" (16,p.27).

L'exemple que nous vous présentons n'est pas parfait, car il "saute" des étapes. Néanmoins, il illustre bien le procédé à employer, et en même temps il nous permet de comprendre qu'un problème d'apparence simple exige parfois une décomposition détaillée passablement longue. Pourtant, nous n'avons pas le choix. L'ordinateur, démuni de jugement, ne saura procéder s'il lui manque un lien vital.

3.2. – Les applications de l'ordinateur à l'éducation

Ces longues prémices passées, nous pouvons enfin entrer dans le vif du sujet. Comment intervient l'ordinateur en éducation?

Comme nous l'indique le tableau emprunté au Dr. H.Small (25) (figure 10), l'ordinateur intervient à des niveaux et à des fins très variés dans le système éducatif.

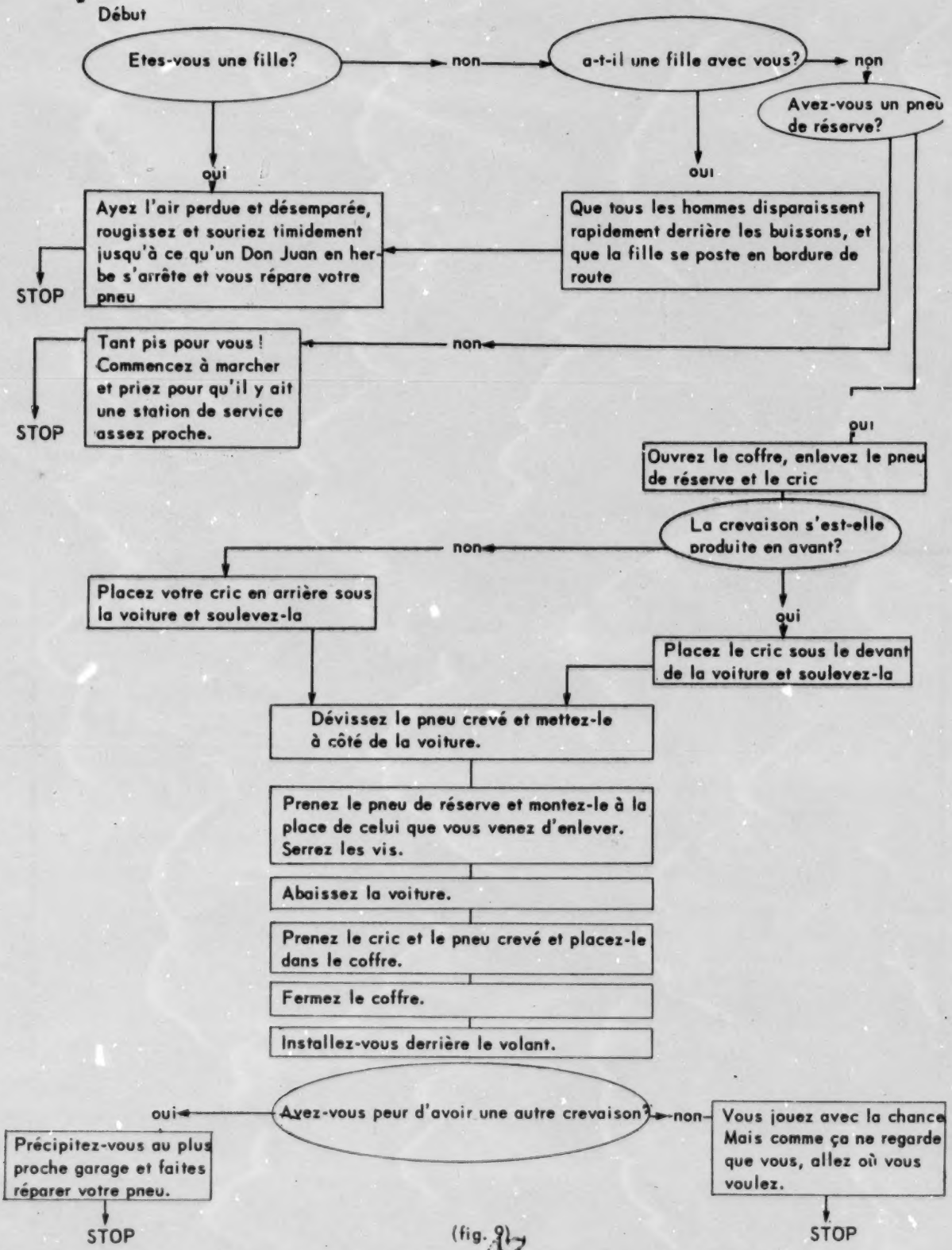
Il est évident que l'école qui se dote d'un ordinateur ou qui est reliée à un système d'ordinateur à temps partagé, a intérêt à se servir de toutes les possibilités de la machine. L'approche intégrée aux fins d'utilisation de l'ordinateur, a de fortes chances d'être la plus convaincante pour les autorités administratives, en plus de créer un environnement éducatif plus propice.

Les applications administratives ne relèvent pas particulièrement du domaine de l'enseignement. Elles ne font que transposer des méthodes administratives éprouvées dans le monde des affaires au niveau de l'administration des affaires scolaires.

Les trois autres catégories ont une incidence plus directe sur l'enseignement. La deuxième catégorie dépend cependant davantage de la science de l'informatique en tant que discipline scolaire, et par extension, de son application concrète. La quatrième catégorie se caractérise par l'application de l'ordinateur à des domaines que nous situerions plus volontiers en marge de l'enseignement proprement dit.

Nous nous attarderons, quant à nous, à la troisième catégorie, où l'ordinateur est considéré en tant qu'agent de l'enseignement. C'est ici que se situe l'enseignement par ordinateur proprement dit.

ALGORITHME : COMMENT REPARER UNE CREVAISON


Début
Etes-vous une fille?
non
a-t-il une fille avec vous?
non
Avez-vous un pneu de réserve?
oui
oui
Ayez l'air perdue et désemparée, rougissez et souriez timidement jusqu'à ce qu'un Don Juan en herbe s'arrête et vous répare votre pneu.
Que tous les hommes disparaissent rapidement derrière les buissons, et que la fille se poste en bordure de route
STOP
Tant pis pour vous ! Commencez à marcher et priez pour qu'il y ait une station de service assez proche.
non
STOP
oui
Ouvrez le coffre, enlevez le pneu de réserve et le cric
La crevaison s'est-elle produite en avant?
non
oui
Placez votre cric en arrière sous la voiture et soulevez-la
Placez le cric sous le devant de la voiture et soulevez-la
Dévissez le pneu crevé et mettez-le à côté de la voiture.
Prenez le pneu de réserve et montez-le à la place de celui que vous venez d'enlever. Serrez les vis.
Abaissez la voiture.
Prenez le cric et le pneu crevé et placez-le dans le coffre.
Fermez le coffre.
Installez-vous derrière le volant.
Avez-vous peur d'avoir une autre crevaison?
oui
non
Précipitez-vous au plus proche garage et faites réparer votre pneu.
Vous jouez avec la chance Mais comme ça ne regarde que vous, allez où vous voulez.
STOP
STOP

(fig. 9)

d'après Bell Canada

UTILISATION DE L'ORDINATEUR DANS LE SYSTEME EDUCATIF (25)

I. – **Applications administratives**

Traitement de l'information
Système de gestion automatisée

II. – **Ordinateurs dans le programme d'études**

Appréciation de l'ordinateur
Informatique
Traitement de l'information professionnelle
(niveau secondaire et éducation permanente)
Concepts informatiques pour usage au niveau secondaire
Concepts informatiques pour l'enseignement supérieur

III. – **Ordinateurs en tant qu'aide directe au processus d'enseignement**

Enseignement assisté par ordinateur

- Simulations
- Exercices et pratique
- Solutions de problèmes et calculs à distance
- Dialogue tutorial
- Tests

Enseignement géré par ordinateur

IV. – **Ordinateurs apparentés au processus d'enseignement**

Rangement d'information et système d'accès à la bibliothèque
Administration de l'enseignement
Orientation assistée par ordinateur
Activités de recherche en éducation
Autres

(fig. 10)

3.3. – Enseignement par ordinateur

3.3.1. – L'ordinateur: une technique ou un médium?

A première vue, se demander si l'ordinateur est une technique ou un médium, semble pour le moins étrange. Pourtant la question vaut la peine d'être posée, surtout si on le fait dans la ligne de pensée similaire à celle de Mc Luhan qui affirmait: ''The medium is the message''.

Le cas de l'ordinateur est vraiment particulier, car si physiquement il ne constitue qu'un ensemble de boîtes de fer blanc remplies de câbles, de fils électriques, de rubans, de disques, etc., il faut bien admettre que jusqu'à un certain point il génère son propre message et qu'il ne s'agit pas simplement d'un véhicule de communication. Pourtant nous n'hésitons pas à affirmer que l'ordinateur est bel et bien un médium. Car c'est le programmeur qui détermine son fonctionnement et, par voie de conséquence, le message véhiculé. Il ne peut s'agir d'une technique, puisque celle-ci se détermine préalablement dans la tête de l'enseignant qui décide d'utiliser l'ordinateur à des fins d'enseignement.

Ce que nous pouvons dire, c'est que l'enseignement par ordinateur est une stratégie d'enseignement résultant de la convergence de plusieurs technologies. En premier lieu, il faut bien sûr mentionner l'enseignement programmé qui a fourni les connaissances pour écrire et évaluer une suite d'instructions menant à un apprentissage individualisé. En second lieu, il y a de toute évidence, l'intervention de l'informatique qui a permis le développement des langages de programmation et qui fournit par ailleurs les connaissances nécessaires à l'opération de la machine. Enfin, on pourrait ajouter l'apport du domaine des communications qui nous permet de concevoir un système central d'ordinateurs reliés à des points divergents éloignés entre eux de plusieurs milliers de milles (8).

Cependant, en accord avec R. Bundy (8), nous devons nous demander si tout ceci ne revient pas à concevoir l'ordinateur comme une autre machine à enseigner, simplement plus puissante et plus versatile. Evidemment, l'ordinateur est une machine, et elle peut servir à enseigner. Pourtant, là où cette nouvelle machine diffère des machines à enseigner du début des années soixante, c'est qu'elle permet de remplir les tâches de celles-là (en plus élaboré et en mieux), tout en introduisant un élément nouveau, capital à l'apprentissage. Si l'enseignement programmé tout court permet: a) une participation active de l'élève; b) un renforcement à chaque élément nouveau d'apprentissage; c) un rythme individuel d'apprentissage, il ne permet cependant pas d'évaluer, de recenser les particularités individuelles et d'en tenir compte dans l'apprentissage. C'est justement ce que l'ordinateur apporte de vraiment neuf à l'enseignement.

3.3.2. – Les techniques d'utilisation

On a estimé que jusqu'à 40% du temps des enseignants était accaparé par des tâches non enseignantes (11). Si l'ordinateur peut certainement contribuer à alléger les tâches administratives reliées à l'enseignement, sa contribution majeure devrait se faire sentir dans le cycle d'apprentissage. Nous ne disposons pas d'un inventaire pour chiffrer nos affirmations, mais nous serions tenté de croire que la majeure partie du temps d'enseignement des maîtres est pris par des occupations d'enseignement que pourraient remplir des machines. Ce qui en souffre, c'est le rôle du maître en tant qu'éducateur et spécialiste de l'apprentissage. Le maître ne dispose généralement pas de suffisamment de temps pour créer des conditions de créativité pour ses élèves (11).

L'ordinateur par son intervention dans l'enseignement, pourrait donc rendre au maître ses fonctions d'éducateur professionnel en le déchargeant de certaines de ses activités actuelles.

3.3.2.1. – Enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.)

L'enseignement assisté par ordinateur n'est pas la seule utilisation de l'ordinateur dans le processus

d'enseignement. Ce n'est peut-être même pas la plus importante en terme de développement. Pourtant c'est certainement la stratégie d'enseignement la plus complète de l'enseignement individualisé. C'est pourquoi nous la mentionnons en premier lieu.

Les définitions de l'E.A.O. sont nombreuses. Nous en citerons quelques-unes à titre d'exemples.

> L'enseignement assisté par ordinateur est l'utilisation de terminaux éloignés d'un ordinateur à temps partagé pour aider le maître à s'assurer que l'étudiant atteigne des objectifs éducatifs spécifiques pour l'individualisation du processus éducatif (25).
>
> L'enseignement assisté par ordinateur peut se définir comme étant une forme d'interaction homme-machine dont le but est l'apprentissage du programme désiré (13).
>
> L'enseignement par ordinateur se définit comme étant une interaction conversationnelle, entre l'étudiant et un dispositif d'ordinateur (F.G. Benham 18).

Comme on peut s'en apercevoir à la lecture de ces définitions, l'unanimité est loin d'être faite sur ce qui constitue l'E.A.O.

Il semble bien que l'unanimité ne soit pas faite non plus sur les différentes formes d'enseignement qu'il faut classer sous cette rubrique. Nous nous contenterons d'en mentionner cinq: 1) Dialogue tutorial; 2) Exercices et pratique; 3) Jeux et simulation; 4) Calcul; 5) Tests, etc.

1 – **Dialogue tutorial**: Lorsqu'on pense enseignement assisté par ordinateur, c'est en tout premier lieu à cette forme d'enseignement que l'on pense. C'est celle qui, issue directement de l'enseignement programmé, continue d'être la plus largement répandue.

Dans cette technique d'enseignement, l'ordinateur assume le rôle de tuteur qui amorce avec l'élève un dialogue continu. En général, on présente une certaine quantité de matière à l'élève à la suite de quoi on pose une question ou un choix de questions. La réponse de l'élève est alors évaluée et, selon le cas, on présente un renforcement à la bonne réponse ou un branchement correctif à la mauvaise réponse. Comme il peut y avoir différents degrés dans l'erreur, le branchement peut également offrir différents types correspondants d'enseignement correctif. Ces "boucles" correctives vont essayer de reconduire l'élève dans le cheminement principal du cours, en général à l'endroit où son erreur ou sa mauvaise compréhension s'est manifestée.

Si l'ordinateur s'aperçoit au bout de quelques séquences que l'élève commet trop d'erreurs, il peut "en conclure" que le niveau du cours est trop élevé pour cet élève et il essayera de lui faire atteindre les objectifs du cours par une voie allégée.

Selon l'énormité des erreurs commises, de même que par le temps mis à répondre, l'ordinateur peut déceler une inattention de la part de l'élève et lui demander s'il est fatigué, malade, etc... et, dans le cas affirmatif, suggérer à l'élève de prendre du repos ou de revenir suivre le cours à un autre moment.

2 – **Exercices et pratique**: Très largement répandue, cette technique d'utilisation du terminal n'est pas de l'enseignement direct. L'élève reçoit plutôt son enseignement de base sous quelque autre forme. Ce n'est que par la suite qu'il se présente devant le terminal d'ordinateur pour mettre en pratique ses connaissances nouvellement acquises par une série d'exercices.

Le premier type d'exercice peut être très simple, et se présente le plus souvent en mathématiques. On

présente à l'élève un certain nombre de problèmes qu'il doit résoudre. Si l'élève ne réussit pas tout de suite, l'ordinateur peut lui indiquer où se situe son erreur, et lui présenter un autre problème du genre. Lorsque l'élève a réussi un certain pourcentage de ses problèmes de façon satisfaisante, l'ordinateur lui dit qu'il maîtrise maintenant son concept mathématique. Ou encore, il lui suggère d'aller étudier davantage et de revenir plus tard. A moins que le programme ne contienne un cours d'enseignement correctif, auquel cas l'élève se verra donner cet enseignement au terminal même.

Le deuxième type d'exercice diffère du premier en ce sens, que ce programme permet à l'étudiant de construire ses propres problèmes avec ses propres données. L'ordinateur calcule la réponse et la compare à celle de l'étudiant. Le programme peut également présenter des problèmes additionnels ou suggérer des activités similaires.

A la fin d'une journée, le maître peut ainsi connaître le degré d'habileté de chaque élève en consultant les résultats enregistrés par l'ordinateur. Il prend ainsi connaissance des difficultés de chaque individu, des concepts mal assimilés par une majorité ou un groupe déterminé d'élèves, et il peut comparer les différents élèves entre eux.

3 – **Jeux et simulations:** Le principe à la base de cette technique d'enseignement est de fournir à l'élève une occasion de se situer dans des conditions similaires à celles d'un milieu réel et de prendre des décisions. On peut ainsi recréer toutes les données et conditions dons lesquelles se trouve par exemple un agriculteur au printemps. L'élève assumera le rôle de l'agriculteur et prendra les décisions d'investissement, des produits à cultiver, du nombre et du type d'animaux à acheter et à vendre, de la superficie à ensemencer, de la superficie à louer, etc... L'ordinateur fournira instantanément le résultat des prises de décision de l'étudiant. Celui-ci pourra alors juger de la justesse de son raisonnement et des conséquences de ses décisions.

Cette utilisation de l'ordinateur permet ainsi aux sciences sociales de recréer des situations de laboratoire qui leur seraient autrement inaccessibles.

Les jeux et les simulations ne fournissent cependant pas seulement l'occasion de disposer de laboratoires à des disciplines qui autrement en seraient dépourvues. Cette technique peut être également employée lorsque des facteurs de sécurité, de coût ou de temps ne permettent pas une expérimentation en situation réelle.

Cette technique a été employée avec succès dans des disciplines aussi diverses que la biologie, les sciences économiques, la géographie, les mathématiques, le nursing, etc...

4 – **Calcul:** Dans ce cas l'étudiant se sert de l'ordinateur pour effectuer des calculs complexes qui autrement prendraient trop de temps à s'effectuer manuellement. L'ordinateur permet ainsi d'introduire en classe du matériel didactique plus complexe.

Ce mode d'utilisation permet aussi de concevoir l'introduction de calculs réels effectués par l'élève à l'intérieur d'un module d'enseignement tutorial.

5 – **Tests:** Dans ce cas encore, nous n'avons pas vraiment affaire à de l'enseignement tel quel. Mais plutôt il s'agit d'utiliser la capacité de l'ordinateur, de mesurer et d'évaluer.

Cette technique peut s'employer soit seule, soit en combinaison avec l'une des techniques décrites précédemment. On peut ainsi évaluer le niveau des connaissances de l'élève dans une discipline donnée; à partir de cette évaluation on assignera à l'élève des séquences d'apprentissage qu'il n'a pas encore rencontrées plutôt que de lui présenter la totalité d'un cours. A partir des mesures de son Q.I., de son rendement scolaire antérieur, etc... on saura immédiatement s'il faut situer l'élève dans une voie forte ou allégée. Les

examens ainsi que le classement de l'élève peuvent être directement administrés par l'ordinateur.

Ainsi donc on devrait largement faire appel aux capacités de l'ordinateur de présenter des tests de critères, d'accumuler des réponses d'élèves, et d'analyser d'importants volumes de données; sans oublier les diverses mesures de rendement, les tests diagnostiques, etc, etc. . .

3.3.2.2. – Enseignement géré par ordinateur (E.G.O.)

Dans l'enseignement assisté par ordinateur, l'ordinateur remplit le rôle du maître en agissant comme liaison entre l'étudiant et les stimuli éducatifs. Dans l'enseignement géré par ordinateur les fonctions de l'ordinateur changent en ce sens que l'administration et les décisions de sélection des séquences d'enseignement pour chaque étudiant deviennent les tâches principales de l'ordinateur. Une fois que les décisions ont été programmées et codées en ordinateur, ni le maître ni l'étudiant n'ont à s'occuper de paperasserie ou de procédures inhérentes à l'enseignement individualisé (25). Ceci est important quand on sait qu'il est beaucoup plus difficile et complexe de gérer les étudiants et l'enseignement dans un contexte d'enseignement individualisé que dans une classe traditionnelle.

Conçu ainsi, "l'enseignement géré par ordinateur peut se définir comme étant une approche automatisée à l'enseignement individualisé" (13). Ses principales fonctions pourraient être celles-ci:

1 – Evaluation diagnostique de l'élève
2 – Sélection et prescription des activités enseignantes
3 – Evaluation de l'apprentissage de l'élève
4 – Orientation de l'élève
5 – Développement d'un fichier approprié d'enseignement pour chaque élève
6 – Utilisation de l'E.A.O. pour des fins d'exercice ou de développement conceptuel
7 – Etablissement d'un système d'inventaire pour contrôler la disponibilité de matériaux didactiques et de media en fonction de leur utilisation par les élèves.

En plus des possibilités d'évaluation de l'ordinateur, on peut donc concevoir un système d'enseignement contrôlé par l'ordinateur et faisant appel aux multiples ressources didactiques actuellement disponibles. On peut en particulier envisager l'utilisation dans un seul programme de nombreux media éducatifs entièrement contrôlés par ordinateur. Ce qui nous permettrait d'étudier les effets d'une infinité de présentations audio-visuelles et d'acquérir une meilleure connaissance quant à leur utilisation efficace.

3.3.3. – Les supports auxiliaires

Si l'ordinateur peut gérer des cours où l'usage de media audio-visuels est courant, il ne faut cependant pas oublier qu'il est possible de connecter à divers terminaux des supports audio-visuels dont le fonctionnement est directement contrôlé par l'ordinateur.

GRAPHIQUE 8
Station d'enseignement (I.B.M. 1500):
à gauche:
la console de visualisation
au centre:
l'écran cathodique (partie supérieure)
le clavigraphe (partie inférieure)
le stylet électronique (main droite de l'étudiant)
à droite:
magnétophone relié à des écouteurs.

Pour présenter de l'information visuelle, on doit en premier lieu mentionner le clavier capable de présenter textes et graphiques. Les terminaux dotés d'écrans comportant des tubes à rayons cathodiques, en plus de présenter textes et graphiques fixes, sont dans une certaine mesure capables de présenter des croquis mobiles. Ces mêmes écrans sont par ailleurs souvent dotés de stylets électroniques. On se sert de ceux-ci pour pointer des endroits appropriés de l'écran pour identifier certains types de réponses. La plume électronique s'avère particulièrement utile lorsqu'on enseigne à des élèves très jeunes qui ne savent pas encore lire ou écrire. Pour ces élèves, on se sert également de bandes audio pour présenter l'information. L'utilisation du son s'avère par ailleurs très utile dans des cours de langue.

Certains terminaux sont également dotés de dispositifs permettant la projection d'images fixes (diapositives) et parfois même de films animés.

La combinaison de tous ces supports fait de l'ordinateur l'instrument par excellence d'un enseignement multi-media.

3.4. – Les influences de l'E.A.O. et de l'E.G.O. sur le système scolaire

Nous ne nous attarderons pas sur ce point. L'imagination du lecteur saura facilement entrevoir l'impact qu'aura l'introduction systématique de l'ordinateur dans nos classes.

La première conséquence, on l'admettra facilement, sera de démoder d'un seul coup l'organisation tant matérielle qu'administrative de nos écoles. Pour grave que soit ce problème (financièrement surtout) les difficultés majeures se trouveront ailleurs. Du côté humain, surtout! Comment convaincre le maître en place, l'administrateur scolaire? Comment les recycler? Et pourtant les espoirs que fait surgir l'ordinateur sont colossaux. "La rupture avec l'enseignement traditionnel est brutale" (9,p.22). La majorité des expériences et des recherches menées en enseignement par ordinateur ont démontré leurs avantages par rapport aux formes traditionnelles d'enseignement. Intellectuellement et psychologiquement, les enfants de l'ordinateur ont dépassé leurs camarades et ils ont appris plus et plus vite. Les attitudes mêmes ont changé. Tant à Brooklyn qu'à Waterford Townships (Detroit), le vandalisme a cessé, les vols ont diminué.

Le choix appartient à la société. D'un côté, "la multiplication inouïe du nombre des connaissances, leur diversité, le boom scolaire, la complexité croissante du monde"(9,p.22), de l'autre, l'ordinateur. Y a-t-il vraiment un choix?

CHAPITRE 4

RECHERCHES ET APPLICATIONS AU QUEBEC

Face au défi que pose l'ordinateur au monde scolaire, où se situe le Québec? La réponse à cette question n'est pas aisée, car il est difficile d'évaluer avec précision les travaux et les efforts déployés dans cette direction.

A notre connaissance une seule tentative a été amorcée pour réunir les chercheurs québécois intéressés à l'enseignement automatisé (15). Et encore ce colloque groupait-il aussi bien les spécialistes de l'enseignement programmé*, que les chercheurs en enseignement par ordinateur. Au total douze communications sur l'utilisation de l'ordinateur dans le domaine de l'éducation ont été présentées:

Trois rapportaient des recherches au niveau de l'enseignement universitaire (physique à l'Université Laval, mathématiques à l'Université McGill, graphiques à l'Université de Montréal).

Une rapportait les résultats des travaux de maîtrise de deux étudiants avec des enfants de niveau primaire (ces personnes ont depuis délaissé ce champ d'activité).

Une reflétait les préoccupations de production de matériel didactique (Sir George Williams University).

Trois faisaient mention de projets en rapport avec l'enseignement de la géographie au niveau secondaire.

Deux rapportaient une description d'installations.

Une relatait des recherches sur une approche modulaire de l'E.A.O.

Une faisait état des travaux en cours au Laboratoire de Pédagogie Informatique.

Résultats somme toute assez maigres. Depuis les choses ont peu changé et nous n'avons pas entendu parler de nouveaux travaux d'importance. Cela est déconcertant quand on sait que le Québec en général et ses institutions de haut savoir en particulier sont fort convenablement équipés en ordinateurs.

Le gros des efforts dans le domaine de l'enseignement par ordinateur est assumé par le Ministère de l'Education. Le Service de l'Informatique a mis sur pied son Laboratoire de Pédagogie Informatique qui est devenu opérationnel en février 1970 seulement (Système I.B.M. 1500). Depuis, un certain nombre de pédagogues et d'informaticiens essaient surtout d'y produire des cours expérimentaux.

* Notre impression personnelle est que, dans le domaine de l'E.P., les activités québécoises se limitent à quelques cours donnés dans les principales universités. Les travaux publiés dans ce domaine sont peu nombreux et les programmes de qualité rarissimes.

Il ne semble pas que de véritables recherches aient débuté, si l'on fait exception des travaux intéressants de R. Brien sur les modèles d'enseignement (5) et la construction de cours. Très récemment S.I.M.E.Q. a entrepris de placer un certain nombre de terminaux de type I.T.F. dans des C.E.G.E.P. du Québec et dans quelques services gouvernementaux afin d'évaluer, si possible, les applications à l'enseignement de ces terminaux et par voie de conséquence de son I.B.M.360/75.

L'Institut de Recherche Pédagogique comptait deux chercheurs qui construisaient chacun un cours de géographie. Ces travaux sont en voie de parachèvement.

L'auteur de ces lignes effectue des travaux sur l'administration automatisée de cours et sur l'utilisation de diverses techniques visuelles raccordées à l'ordinateur. Son équipe relève du Service des Moyens Techniques d'Enseignement.

En définitive donc il se fait peu de travaux au Québec concernant l'enseignement par ordinateur, et la grosse partie de ceux-ci s'effectue au Ministère de l'Education.

Sommes-nous en retard? Par rapport aux Etats-Unis, certainement, mais avec un effort concerté, l'écart peut être réduit. Par ailleurs, les efforts concrets sont peut-être jeunes, mais le principal est que nous soyons bien partis; il faut maintenant continuer la marche, et, autant que possible, l'accélérer.

CHAPITRE 5

CONCLUSION . . . . . .ET L'AVENIR

L'ordinateur a fait son entrée dans le monde de l'éducation. Là-dessus, le doute n'est plus permis. L'ordinateur enseignant est sorti du domaine de la science-fiction et face au monde de demain ses promesses sont éclatantes! Seulement voilà, demain, c'est aujourd'hui, et le recul n'est plus permis!... "Les pays qui, dans les cinq années à venir n'auront pas au moins préparé l'informatisation de l'enseignement seront dans une situation de sous-développement pratiquement irrémédiable par rapport aux autres. Ou dans un état de dépendance économique et intellectuelle. Ce qui revient presque au même" (9).

5.1. – Des problèmes

Or relever le défi de l'ordinateur demandera bien du courage, car les problèmes sont nombreux et de taille. Aussi, nous nous contenterons d'en effleurer quelques-uns seulement.

Le nerf de la guerre étant l'argent, nous commencerons par là. Jusqu'à ce moment, on n'a pas encore réussi à établir de façon satisfaisante ce que peut coûter un enseignement par ordinateur (22). Les systèmes en opération sont trop disparates, et les facteurs de coût trop divers, pour établir ne fût-ce qu'approximativement, le prix d'une heure/élève d'enseignement. Les recherches établies dans ce sens ont fourni des montants allant de la fraction de dollar à plus de dix dollars. Mais il y a impossibilité d'établir un prix moyen. De toute façon, nous pensons que dans les meilleures hypothèses, celui-ci est encore supérieur à celui de l'enseignement traditionnel de nos classes actuelles. Nous ne tenons évidemment pas compte de l'amélioration de l'apprentissage réalisé, l'actif de celui-ci se traduisant difficilement en $ $ $.

Par ailleurs, les coûts indirects occasionnés par l'introduction de l'ordinateur dans la salle de classe sont également difficiles à évaluer (architecture et aménagement non adaptés, recyclage du personnel enseignant, administratif et de soutien, etc..) Ils devraient cependant être substantiels.

Enfin, le développement d'un cours pour ordinateur est généralement très élevé. Même s'il est déjà inclus dans les prix/heure mentionnés plus haut, nous tenons quand même à dire qu'il en coûte en moyenne entre $5,000.00 et $20,000.00 pour produire... une (1) heure de cours (expérimentation et validation incluses).

Nous ne prétendons nullement que ce soient les seuls critères financiers. Ils servent simplement d'illustration.

Dans d'autres domaines, de grands efforts doivent également être fournis. Nous ne citerons que la pléthore des langages de programmation. Zinn (27) en cite plus de quarante, développés spécifiquement ... pour faciliter la tâche des enseignants-concepteurs-programmeurs. Peut-être pourrions-nous encore accepter ce problème de tour de Babel, si les langages développés étaient compatibles. Mais non! Le langage universel n'est pas pour tout de suite, et la compatibilité des machines non plus. Il faudra pourtant résoudre ce problème si nous voulons espérer faire des progrès substantiels.

Le plus grave des problèmes est cependant d'ordre humain. Comment convaincre les enseignants en place qu'ils ne sont pas de trop, que l'ordinateur leur donnera un atout nouveau, que leurs fonctions de professionnels de l'apprentissage et d'éducateurs n'en seront que grandies et comment convaincre les informaticiens qu'ils ne sont pas les messies de l'enseignement, qu'on ne s'invente pas spécialiste de l'apprentissage par science infuse, qu'une collaboration **véritable** entre pédagogues et informaticiens est la clé de voûte du succès, etc., etc.,? Comment tempérer le mépris et l'ignorance à peine déguisés des universitaires face à la pédagogie, mépris reflété par cette remarque que nous faisait ce professeur d'informatique de l'Université X, ''introduire l'enseignement par ordinateur? Mais on ne se sert pas d'un camion remorque pour transporter une livre de beurre, lorsqu'une bicyclette suffit''.

Mises en balance avec les problèmes, les promesses de l'ordinateur font-elles le poids?

5.2. – Des promesses

En envisageant l'avenir en rapport avec l'ordinateur, la tentation est toujours forte de faire du roman de science-fiction. Nous tenterons d'éviter ce piège en nous contentant de projeter dans la réalité ce qui se dégage déjà à partir des quelques situations expérimentales actuelles.

1 – Les coûts du ''hardware'' baisseront au point que le prix de l'heure EAO/élève rejoindra celui de l'enseignement actuel. Déjà les travaux du professeur Donald Bitzer de l'Université de l'Illinois sont suffisamment avancés pour que techniquement il soit possible de mettre sur pied un système comportant de 3000 à 4000 terminaux reliés à un seul gros ordinateur. Par un jeu de périphériques il est possible de baisser le coût de la ligne téléphonique de façon importante. Les écrans et terminaux développés par le professeur Bitzer existent! Ils seront sur le marché d'ici un an ou deux et le prix commercial prévu serait très considérablement inférieur aux terminaux traditionnels! Ce système pourra ''enseigner'' plusieurs centaines de cours différents en même temps à plusieurs milliers d'élèves.

2 – Il est permis de croire qu'une meilleure compréhension de ce qu'est l'enseignement permettra de développer des langages de programmation plus universels et compatibles. Des travaux actuellement en cours nous permettent par ailleurs de croire que le problème de la programmation fastidieuse par le professeur pourra être considérablement amoindri (5,6).

3 – L'enseignement par ordinateur laisse entrevoir de grandes possibilités en tant que laboratoire d'apprentissage. La possibilité des cours par ordinateur (on peut les modifier, couper, rallonger, etc) permet d'étudier les effets de présentation et de logiques d'enseignement diverses et permettra peut-être de cerner davantage le processus même de l'apprentissage.

4 – Déjà des expériences vécues ont permis de découvrir le potentiel de l'ordinateur pour l'éducation permanente ... à domicile. Des consoles (terminaux) portatives que l'on peut connecter à volonté à une ligne téléphonique, permettent de suivre des cours à domicile. En classe, la même console permet d'effectuer rapidement calculs et recherche de données.

5 – Via l'ordinateur, tous les élèves auront accès à l'enseignement des meilleurs spécialistes. Les faci-

lités de communication de l'ordinateur augmenteront donc radicalement la démocratisation de l'enseignement. Même les habitants de régions marginales auront le loisir de suivre des cours identiques à ceux des habitants des métropoles. Et non seulement disposeront-ils des cours, mais également des références, données, etc., jusqu'ici cantonnées dans les grands centres de documentation.

6 – Les traditionnels arrêts dans les activités scolaires (vacances, fins de semaine, nuits, etc.) ne pourront empêcher les gens d'étudier et d'apprendre. Le cycle scolaire s'en trouvera considérablement changé.

7 – Le décloisonnement de l'enseignement sera complet. Suivra un cours qui veut, qui peut, quand il veut. Le "brillant" ne baîllera plus en attendant les moins doués, le "cancre" ne sera plus complexé par les prouesses du "brillant".

Dans notre esprit, l'école d'aujourd'hui disparaîtra à longue échéance. Les classes n'existeront plus. Des élèves d'un groupe d'âge donné se regrouperont autour d'un maître devenu tuteur (éducateur-pédagogue, spécialiste de l'apprentissage, animateur). Le nombre des "spécialistes" de disciplines diverses (maths, histoire, français, géographie, biologie, etc.) aura considérablement diminué, et ils n'interviendront que lors de séminaires bien spéciaux. Quelques "spécialistes" de réputation, devenus didacticiens, se concerteront dans des institutions déterminées pour construire le matériel didactique et les cours mis à la disposition du "système".

Si les individus plus jeunes se rendront à "l'école" plus souvent pour des raisons de croissance psychologique et de sociabilité, les personnes plus agées ne se déplaceront plus guère si ce n'est pour des raisons de "créativité" et d'échange de "face à face" ou d'expériences d'habiletés "manuelles".

Mais trêve de discussions, nous frisons l'impondérable, la fiction. En attendant où en sommes-nous rendus ?

5.3. – En attendant ...

L'enseignement par ordinateur existe. Il est efficace; la preuve en a été maintes fois établie. Mieux que n'importe quelle autre technique, il rejoint les visées de l'enseignement individualisé. Actuellement, il s'inspire encore largement des stratégies mises au point par l'enseignement programmé, mais déjà il exerce des fonctions enseignantes (jeux, simulations, laboratoire, etc.) jusque là impensables.

En attendant, ce qui est vraiment remarquable dans l'ordinateur-enseignant, ce n'est pas tant ce que notre manque d'imagination a déjà produit, mais bien son potentiel encore quasiment intact.

"Il n'y a pas de voie royale pour l'enseignement secondé par ordinateur", affirmait le Dr. Pagen (22,p.33). "L'enthousiasme des années soixante est chose du passé, et il nous faut maintenant envisager une lente et longue période de développement" remarquait Sylvia Charp (22,p.33).

Le coût de développement de l'E.A.O. et de l'E.G.O. sera élevé. Le coût du non-développement le sera encore plus.

REFERENCES

(1) ASSELIN, Gaston

L'orientation et la boussole
(Expérience d'enseignement par ordinateur)
Institut de Recherche Pédagogique,
Ministère de l'Education du Québec, (s.d. – s.p.), miméographié.

(2) BELLAVOINE, C.

Qu'est-ce qu'un ordinateur?
Coll. "La vie de l'Entreprise", Dunod, Economie,
Paris, 1969, 115pp.

(3) BLAKE, E., Howard and MC PHERSON, Ann

"Individualized Instruction – Where are we?"
Educational Technology, December 1969

(4) BRAHAN, J.W.

Automation and Education : A Review
National Research Council of Canada,
Radio and Electrical Engineering Division,
Ottawa, 1967, 18pp.

(5) BRIEN, Robert

Les modèles d'enseignement
Service de l'Informatique,
Ministère de l'Education du Québec, avril 1970, 47pp.

(6) BRIEN, Robert

La construction des cours au Laboratoire de Pédagogie Informatique de Québec
S.I.M.E.Q., Ministère de l'Education, janvier 1971, 85p.

(7) BUCHANAN, Cynthia, D.

Programmed Geography: Book. I.: The Earth in Space
The Mac Millan Co., N.Y., 1963, 114pp.

(8) BUNDY, Robert, F.

"Computer Assisted Instruction: Now and for the Future"
in *Audio-Visual Instruction*, april 1967, pp.344–348

(9) EN COLLABORATION

"Les enfants de l'ordinateur"
numéro spécial de la Revue *"Informatique"*, #4, mai 1970,
pp.21–45

(10) FERLAND, Yvon et AVON, René

"L'enseignement programmé: une solution et un défi"
Prospective, vol.3, #2, avril 1967, pp.112–116

(11) FITZGIBBON, Norinne, H. and GRATE, John, H.

"C.A.I. : Where do we go from here"
reprint from *Elementary English*, November 1970, pp.917–921

(12) GAUTHIER, Armand

"L'enseignement programmé: défi qui vient à son heure"
Colloque sur les machines à enseigner, Montréal 1 et 2 novembre 1968, Assoc. can. d'éducation de langue française, (ACELF), pp.10 à 18.

(13) HANSEN, Duncan, N.

The Role of Computers in Education during the 70's
Tech. Memo., #15, 1970, Project NR 154–280,
Sponsored by Personal and Training Research Programs,
Psychological Sciences Division, Office of Naval Research,
Washington, D.C. Contract # N00014–68–A–0494, 15pp.

(14) HARMON, Paul

"A Classification of Performance Objective Behaviors in Job Training Programs"
in *Educational Technology*, vol.9, # 1, January 1969, pp.5–12

(15) INSTITUT DE RECHERCHE PEDAGOGIQUE

I.R.P. Echange # 1, sur l'enseignement programmé et l'enseignement assisté par ordinateur au Québec.
5 décembre 1969, Ministère de l'Education,
Québec, 1970, 63pp.

(16) JORDAIN, Philip, B.

Condensed Computer Encyclopedia
Mc Graw Hill, Book,Co., N.Y. 1969, 605pp.

(17) KITCHEN, James, E. (ed.)

Proceedings of the Second Annual Workshop in Computer Assisted-Instruction
Waterloo Lutheran University, november 21, 1969, 60pp.

(18) LANGE, Phil., C. (ed.)

Programmed Instruction
The 66th Yearbook of the National Society for the Study of Education,
Chicago University Press.,
Chicago, Illinois, 1967, 340pp.

(19) LYSAUGHT, Jérôme, P. et WILLIAMS, Clarence, M.

Guide de l'enseignement programmé
(traduit par le Dr Armand Gauthier)
Centre de Psychologie et de Pédagogie, 1967, 191pp.
Montréal

(20) PRESSEY, S.L.

"A Simple Apparatus which Gives Tests and Scores . . . and Teaches"
in *"Teaching Machines and Programmed Learning"*,
A.A. Lumsdaine and R. Glaser, (ed.),
National Education Assoc.
Washington, D.C. 1960, pp.35–41

(21) SCANLON, Robert, G.

"Individually Prescribed Instruction: A System of Individualized Instruction"
in *Educational Technology*, vol.X, # 12, December 1970, pp.44–46

(22) SCHOLER, Marc, BEGIN, Yves et LABROUSSE, François

Conférence Nationale sur les Applications de l'Ordinateur à l'Apprentissage
Conférence tenue à Bloomfield Hills, près de Détroit, du 8 au 10 juillet 1970,
S.M.T.E., Ministère de l'Education du Québec, août 1970, 66pp.

(23) SCOTT, Théodore, G.

Ordinateurs Electroniques, Eléments de Programmation
Cours d'Enseignement programmé, "Tutortext", Edit. Gamma,
Tournai, Belgique, 1966, 195pp.

(24) SKINNER, B.F.

"The Science of Learning and the Art of Teaching"
Harvard Educational Review, vol.24, # 2, 1954

(25) SMALL, Hazel, C.

Instructional Design Appropriate for A.B.E. Computer Assisted Instruction
Paper presented at the National Conference,
Computer Applications to Learning,
Bloomfield Hills, Michigan, July 8–10, 1970, 30pp.

(26) STOLUROW, Lawrence, M.

"Programmed Instruction"
in *Encyclopedia of Educational Research*, 4th edition,
The Mac Millen Company, N.Y. 1969, pp.1017–1022

(27) ZINN, Karl, L.

"Instructional Programming Languages"
Educational Technology, March 1970, pp.43–46

A des titres divers, nous adressons nos remerciements à:

Mademoiselle Jocelyne Lemire, Messieurs Robert Michaud et Claude Bouchard du S.M.T.E., Messieurs Pierre Dagenais et Gustave Crépeau de l'Université de Montréal, au Centre de Calcul de l'Université de Montréal, au Laboratoire de Pédagogie Informatique du Ministère de l'Education du Québec.